

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
Приладобудівний факультет
Кафедра виробництва приладів**

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ В.В. Шевченко

«___» _____ 20__ р.

**Дипломний проект
на здобуття ступеня бакалавра
з напрямку підготовки 6.051003 «Приладобудування»
на тему: «Дільниця цеху механічного оброблення кронштейна блока
керування»**

Виконав (-ла):

студент (-ка) IV курсу, групи ПБ-51

Мікаелян Маргарита Романівна _____

Керівник:

асистент

Волошко О.В. _____

Рецензент:

доцент кафедри приладобудування

Нечай С.О. _____

Засвідчую, що у цьому дипломному
проекті немає запозичень з праць інших
авторів без відповідних посилань.

Студент (-ка) _____

Київ – 2019 року

ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	Примітка
1	A4		Завдання на дипломний проект	2	
2	A4	ДП ПБ5116.1720.000 ПЗ	Пояснювальна записка	115	
3	A2	ДП ПБ5116.1720.001	Кронштейн	1	
4	A1	ДП ПБ5116.1720.002 СБ	Пристосування для фрезерування	1	
5	A1	ДП ПБ5116.1720.003 СБ	Кондуктор	1	
6	A1	ДП ПБ5116.1720.004 СБ	Контрольне пристосування	1	
7	A1	ДП ПБ5116.1720.005	Деталювання	1	
8	A2	ДП ПБ5116.1720.006	Ділянка цеху	1	
9	A2	ДП ПБ5116.1720.007	Схема технологічного маршруту обробки	1	

				ДП ПБ5116.1720.000		
	ПБ	Підп.	Дата			
Розробн.				Відомість дипломного проекту	Лист	Листів
Керівн.					1	1
Консульт.					КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. ВП Гр. ПБ-51	
Н/контр.						
Зав.каф.						

**Пояснювальна записка
до дипломного проекту
на тему: «Дільниця цеху механічного оброблення
кронштейна блока керування»**

Київ – 2019 року

Анотація

Даний дипломний проект являє собою розробку ділянки цеху механічного оброблення деталі кронштейн.

Метою цієї роботи є оптимізація розробки та виготовлення заданого виробу. Здійснюється це за рахунок виконання розрахунків та вибору найбільш економічно та технологічно вигідного способу отримання деталі кронштейн.

Загалом дипломний проект включає в себе:

- пояснювальну записку, яка складається із двох частин: технологічної та конструкторської;
- додатків у вигляді необхідних креслень і технологічної документації: маршрутних та операційних карт, карт ескізів.

Із технологічної частини було отримано коефіцієнт технологічності деталі, деталь виявилась технологічною. Як найкращий спосіб отримання заготовки було обрано метод лиття у виплавлені моделі, як метод що дає більший коефіцієнт використання матеріалу, а також економить час на подальшу обробку деталі. Тип виробництва – серійний, такий висновок зроблено на основі розрахунків кількості продукції яку необхідно виготовити. Далі було сформовано технологічний процес, на основі необхідних для деталі точності поверхонь та обраного раніше методу отримання заготовки. Сформовані маршрутні та операційні карти наведені в додатках. Потім опираючись на технологічну документацію було обрано необхідні верстати, інструменти та оснащення. Розрахунок режимів різання та технічне нормування дало більш чітке уявлення про технологічний процес оброблення деталі.

Завершенням дипломного проекту стали розробка та розрахунок необхідного пристосування для обробки кронштейна блока керування, а також проектування механічної ділянки цеху.

Abstract

This diploma project is the development of a section of the shop for machining the details of the bracket.

The purpose of this work is to optimize the design and manufacture of the product. This is accomplished by performing calculations and choosing the most economical and technologically advantageous way to get the details of the bracket.

In general, the graduation project includes:

- an explanatory note, which consists of two parts: technological and design;
- applications in the form of necessary drawings and technological documentation: route and operational maps, sketch maps.

From the technological part we received the coefficient of technological detail, the part was technological. As the best way to get the workpiece, the casting method in the molded model was chosen as a method that gives a higher utilization factor and also saves time for further processing of the part. Type of production - serial, such conclusion is made on the basis of calculations of the amount of manufactured products. Then a technological process was formed on the basis of the necessary details for the accuracy of the surfaces and the previously selected method of obtaining the workpiece. The generated route and operational maps are provided in the annexes. Then, based on the technological documentation, the necessary machines, tools and equipment were selected. The calculation of cutting modes and technical regulation gave a clearer idea of the technological process of processing the part.

The completion of the diploma project was the development and calculation of the necessary device for processing the Bracket, as well as designing the site of the shop.

Зміст

Вступ	4
1.1 Постановка задачі проектування	6
1.2 Опис конструкції деталі	7
1.3 Аналіз технологічності деталі	8
1.5 Визначення типу виробництва	12
1.5.1 Річна програма випуску	12
1.5.2 Тип виробництва	13
1.5.3 Розмір партії деталей	15
1.6 Розробка технологічного процесу виготовлення деталі	15
1.6.2 Розробка маршрутного технологічного процесу	18
1.6.3 Розробка операційної технології	20
1.7 Розробка операційної технології	24
1.8 Вибір обладнання, оснастки та інструменту для виготовлення деталі	25
Горизонтально-фрезерний верстат 6М12П	25
Вертикальний, консольно-фрезерний верстат 6М13П	26
Горизонтально фрезерний верстат 6Н82Г	27
Вертикально-свердлильний верстат 2А125	28
1.8.1 Вибір інструменту	29
1.9 Розрахунок припусків	31
1.10 Розрахунок режимів різання та норм часу на виготовлення	35
2.1 Проектування та розрахунок пристосування для фрезерування	40
2.2 Проектування та розрахунок кондуктора	42
2.3 Проектування та розробка контрольного пристосування	43
2.4 Проектування дільниці цеху механічної обробки	45
2.4.1 Норми та правила розташування обладнання	46
Висновок	52
Список літератури	53

Вступ

Сучасне приладобудування має тенденцію постійно змінюватись та рухатись в перед, а наслідком цього являється зростання темпів науки і техніки. Номенклатура виробів, що підлягають виготовленню, розширюється; їх конструктивна й технологічна складність постійно підвищується. Внаслідок швидкого старіння виробів, скорочується період часу від запуску до зняття з виробництва. У результаті все більш питому вагу займає виробництво дрібними та середніми серіями приладів та їх систем, а також паралельно зростає конструктивно-технологічна складність, що в свою чергу підвищують вимоги до якості й надійності продукції, яка виготовляється.

В умовах виробництва найбільш яскраво проявляються протиріччя між необхідністю, з одного боку, підвищувати рівень та якість виробу, а з іншого - максимально скоротити тривалість циклу виробництва.

В сучасних умовах ефективність технологічної обробки виробів і технологічної підготовки виробництва все в більшій мірі визначає можливість успішного рішення такого завдання, як виготовлення деталей з необхідним рівнем технологічних характеристик за мінімальний термін, а що найбільш важливіше при мінімальних витратах. При цьому обробка та підготовка повинні регламентуватися й систематично вдосконалюватися. Для цього процедура технологічної обробки та технологічної підготовки протягом усього життєвого циклу виробу повинна бути зафіксована у формалізованому вигляді, а весь порядок планування, організації та керування, основні методи і кошти проведення робіт повинні бути регламентовані відповідною нормативно-технічною документацією.

Таким чином робимо висновок, що ефективне технологічне проектування виробництва сучасних приладів повинне здійснюватися на основі:

1. вдосконаленої моделі технологічного процесу разом із технологією обробки виробу на ранніх стадіях його проектування;

2. освоєння методів прогнозування, моделювання й оптимізації технологічних схем виробництва, які враховують умови, що змінюються;
3. комплексної типізації елементів технології, а також групування і концентрації технологічно подібних компонентів виробів, спеціалізація їх виробництва з досягненням максимальної ефективності та продуктивності;
4. автоматизація технологічного проектування абсолютно на всіх стадіях технологічної підготовки виробництва.

1.1 Постановка задачі проектування

Проектування ділянки цеху механічного оброблення кронштейна блока керування складається з двох частин:

- 1) технологічної частини;
- 2) конструкторської частини.

Технологічна частина включає в себе пункти технологічної підготовки виробництва, тобто:

- 1) аналіз заданої деталі на технологічність;
- 2) вибір та обґрунтування заготовки;
- 3) розрахунок річної програми випуску виробу;
- 4) проектування маршрутних та операційних карт;
- 5) вибір обладнання (необхідних інструментів, ріжучих інструментів та допоміжного обладнання для проведення вимірів, тощо);
- 6) проведення розрахунків вибраних режимів різання та між операційних розмірів;
- 7) розрахунок технічного нормування операцій;
- 8) проектування та обґрунтування вибору необхідних пристосувань.

Після проведення всіх необхідних розрахунків, буде проводиться проектування виробничої ділянки механічного цеху, а саме:

- 1) розрахунок кількості використовуваного обладнання;
- 2) план розташування обладнання по ходу технологічного процесу обробки та виготовлення деталі;
- 3) розрахунок площі механічного цеху.

Проектування механічної ділянки цеху проводиться після того як будуть повністю проведені і розраховані всі необхідні пункти технологічної підготовки виробництва деталі. А проводиться це на основі виробничої програми випуску деталей, креслень та технічних умов, а також, опираючись на основу технологічного процесу механічної обробки заданої деталі.

1.2 Опис конструкції деталі

Деталь кронштейна блока керування виготовлена із високоміцної, корозостійкої сталі 08X14H5M2ДЛ (ВНЛ-3). Задана деталь входить до складу автомобільних запчастин, і виконує функцію кріплення підвіски.

Кронштейн має габаритні розміри: довжина 62 мм, ширина 66 мм та висота 114 мм. Складається із основної частини (бобишки) з довжиною та шириною 56 мм та 44 мм відповідно. Від бобишки відходять два ребра жорсткості висотою 106 мм та шириною від 36 до 15 мм. Основа кронштейну має звуження у верхній частині конструкції, а також велику кількість скруглень. В середині деталь має канавку радіусом 3 мм що під кутом 90 градусів піднімається до верхньої частини деталі. Наявні 4 точних отвори діаметром 5 мм та 4 отвори діаметром 8 мм, що розташовані на ребрах жорсткості.

Матеріал сталь 08X14H5M2ДЛ (ВНЛ-3) (таблиця 1.1) – сталь для виливок з особливими властивостями. Застосовується частіше за все для виготовлення литих заготовок; фасонних виливок деталей відповідального призначення для авіаційної промисловості. (Основа Fe) [1].

Таблиця 1.1

Склад та властивості матеріалу ВНЛ-3

Хімічний склад						Механічні властивості			
C,%	Si,%	Mn,%	Cu,%	Cr %	Ni %	SB, МПа	sT, МПа	δ,%	KCU кДж / м2
0,05-0,13	0,2-0,6	0,3-0,6	0-0,3	15-17	3.5-4.5	950	800	10	400

SB – межа короточасної міцності [МПа].

ST – межа пропорційності (межа плинності для залишкової деформації), [МПа].

KCU – ударна в'язкість.

d5 – відносне подовження при розриві, [%].

1.3 Аналіз технологічності деталі

При проведенні аналізу креслення головна увага повинна приділятися такому пункту, як забезпечення технологічності конструкції, оскільки відпрацювання виробу на технологічність, насамперед спрямовано на підвищення продуктивності праці, зменшення витрат та скорочення часу як проектування так і виробництва, технологічну підготовку виробництва, виготовлення виробів і т. д.

Конструкція виробу є технологічною, якщо вона забезпечує його просте та економічне виготовлення. Відповідно до ГОСТ 14.201-83 технологічність конструкцію може бути оцінена якісними та кількісними показниками [2].

Якісну оцінку технологічності виготовлення деталей проводять за коефіцієнтом використання матеріалу, який визначається за формулою (1.1):

$$K_{\text{в.м.}} = \frac{M_{\text{д}}}{M_{\text{з}}}, \quad (1.1)$$

де $M_{\text{д}}$ - маса деталі; $M_{\text{з}}$ - маса заготовки.

Якісну оцінку заданої деталі кронштейна блока керування визначимо за формулою:

$$K_{\text{в.м.}} = \frac{M_{\text{д}}}{M_{\text{з}}} = \frac{0,33}{0,38} = 0,86$$

Коефіцієнт точності виготовлення деталі розраховується за формулою(1.2):

$$K_{\text{т}} = 1 - 1/IT_{\text{сер}}, \quad (1.2)$$

$$IT_{\text{сер}} = \frac{\sum_{i=1}^n IT_i n_i}{\sum_{i=1}^n n_i}, \quad (1.3)$$

де $IT_{\text{сер}}$ – середній квалітет точності виготовлення деталі,

IT_i – це показник точності (номер) на окремій поверхні (таблиця 1.2),

n-кількість поверхонь з даним показником точності.

Таблиця 1.2

Значення квалітетів поверхонь

Квалітети точності, IT_i	11	12
Кількість поверхонь даного квалітету, n_i	3	11

Звідси розрахуємо середній квалітет точності та коефіцієнт точності за формуло.(1.3):

$$IT_{сер} = \frac{3 \times 11 + 11 \times 12}{14} = 11,78$$

Тоді K_T за формуло. (1.2) буде дорівнювати:

$$K_T = 1 - \frac{1}{11,78} = 0,92$$

Коефіцієнт шорсткості поверхні:

$$K_{ш} = 1/B_{сер}; \quad (1.4)$$

$$B_{сер} = \frac{\sum_{i=1}^n B_i n_i}{\sum_{i=1}^n n_i}, \quad (1.5)$$

де $B_{сер}$ – це середній показник шорсткості усіх поверхонь деталі, B_i – показник шорсткості на окремій поверхні (таблиця 1.3), n – кількість поверхонь з даним показником шорсткості.

Таблиця 1.3

Показники шорсткості поверхонь

Умовний показник шорсткості	$B_{сер}$	3,2	6,3
Кількість поверхонь, з даним показником шорсткості	n_i	6	8

Тоді за формулою (1.5) маємо:

$$B_{сер} = \frac{3,2 \times 6 + 6,3 \times 8}{14} = 4,97$$

Коефіцієнт шорсткості поверхні за формулою (1.4) буде:

$$K_{\text{ш}} = \frac{1}{4,97} = 0,20$$

Визначимо комплексний показник технологічності заданого виробу:

$$K_K = \frac{\sum_{i=1}^n K_i K_{ie}}{\sum_{i=1}^n K_{ie}}, \quad (1.6)$$

де K_1 , K_2 , K_3 – коефіцієнти, що враховують загальну оцінку технологічності. В нашому випадку вплив коефіцієнта використання матеріалу візьмемо за 0,2. Точні параметри деталі грають головну роль, тому коефіцієнт буде 0,5. Вплив коефіцієнта шорсткості буде 0,3.

$$K_1 = 0,2 \quad K_2 = 0,5 \quad K_3 = 0,3$$

$$K_K = \frac{0,2 \times 0,86 + 0,5 \times 0,92 + 0,3 \times 0,20}{0,2 + 0,5 + 0,3} = 0,69$$

Оскільки $1,0 > K_K = 0,66 > 0,5$, то виріб можна вважати технологічним для серійного виробництва.

1.4 Вибір заготовки та способу її отримання

Заготовка - це елемент виготовлення, об'єкт, який приведений до (форми) стану зручного для наступної механічної, термічної, гальванічної або якого-небудь іншого виду обробки, що пов'язані з отриманням з цього матеріалу потрібної деталі. Вибір заготівки залежить від таких факторів як: форма деталі, її розмір, вихідний матеріалу, тип виробництва, наявності певного обладнання, вимог до якості та економічних міркувань тощо.

Вибір способу виготовлення заготовки для деталі залежить від призначення, конструкції даної деталі, матеріалу з якого вона безпосередньо виготовлена, а також , технічних вимог , що вказані для її виготовлення, об'єму і серійності випуску, економічності виготовлення. Правильний вибір виду заготовки напряду впливає на якість деталі та її вартість. [3]

Деталь кронштейн блока керування виготовлена з сталі 08X14H5M2ДЛ, яка являється сталлю для виливок з особливими властивостями, тому розглянемо 2 види лиття як методи отримання заготовки.

Лиття в піщані форми - дешевий, найгрубіший, але наймасовіший (до 75-80 % по масі отримуваних у світі виливок) вид лиття. Виготовлення виливків в разових піщаних формах — процес тривалий і трудомісткий, а отримані виливки не відрізняються точністю форми і розмірів, мають великі припуски і грубу поверхню.[4]

Лиття по виплавлюваних моделях – це процес отримання виливок шляхом вільної заливки (може бути під низьким тиском, відцентровим способом) розплавленого металу в форму, виготовлену по виплавлюваних моделях.. Устаткування для лиття по виплавлюваних моделях підбирають в залежності від завдань, обсягів і матеріалів, з яких планується отримання кінцевого виробу.[5]

Порівняння цих методів, їх переваги та недоліки наведені в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4

Порівняння способів отримання заготовки

Лиття в піщані форми	Лиття по виплавлюваних моделях
Переваги	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Найпоширеніший метод отримання заготовки. 2. Досить дешевий спосіб. 3. Можливість отримати заготовку будь-якої форми. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Висока точність що забезпечує мінімум 11 квалітет точності, а також змога отримати потрібну шорсткість 20...10 мкм. 2. Потребує мінімальної механічної обробки.
Недоліки	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Потребує значної механічної обробки. 2. Великий показник шорсткості та великі припуски. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Потребує підготовлених моделей за рахунок яких отримуємо заготовку. 2. Можливість отримувати лише заготовки розміром до 1250 мм.
Розрахунок коефіцієнта використання матеріалу за формулою (1.1)	
$K_{\text{вм}} = \frac{0,33}{0,495} = 0,66$	$K_{\text{вм}} = \frac{0,33}{0,38} = 0,86$

Розглянувши ці два методи отримання заготовки робимо висновок, що лиття в піщані форми дешевше лише за певних умов, адже в нашому випадку деталь при такому способі отримання заготовки потребує значної механічної обробки, щоб досягнути тих значень що нам необхідні. Також підрахувавши коефіцієнт використання матеріалу бачимо, що $0,66 \leq 0,86$ тобто метод з литтям по виплавлюваним моделям більш вигідний з точки зору втрати матеріалу при обробці. Тому наш метод отримання заготовки саме лиття по виплавлюваним моделям. Заготовка отримана методом лиття по виплавлюваним моделям показана на рис. 1.

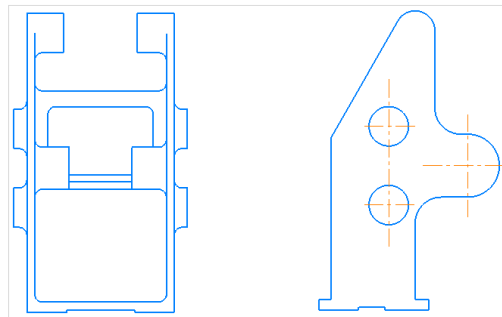


Рис. 1 Заготовка деталі кронштейн блока керування

1.5 Визначення типу виробництва

1.5.1 Річна програма випуску

За планом кількість деталей типу Кронштейн повинна бути 10 тис. шт. Тому розрахуємо цехову програму випуску деталей за формулою (1.7):

$$W_{\text{ц}} = W_3 \cdot K \cdot \left(1 + \frac{\beta_1}{100}\right) \cdot \left(1 + \frac{\beta_2}{100}\right), \quad (1.7)$$

Де $W_3=10000$ – річна програма випуску деталей, шт.;

$K=1$ – тарифний коефіцієнт;

$\beta_1=10\%$ – відсоток запасних деталей;

$\beta_2=2\%$ – відсоток можливого технологічного браку.

$$W_{\text{ц}} = 10000 \cdot 1 \cdot \left(1 + \frac{10}{100}\right) \cdot \left(1 + \frac{2}{100}\right) = 11220(\text{шт})$$

Із таблиці (1.5) визначимо який маємо тип виробництва:

Таблиця 1.5

Визначення типу виробництва

Тип виробництва	Річний обсяг випуску, шт.		
	до 20 кг	від 20 кг до 300 кг	Більш 300 кг
Одиничне	до 150	До 15	До 10
Серійне	150 -100 000	150 – 10 000	10 – 1 500
Масове	вище 100000	вище 10000	вище 15 000

Якщо:

$W_u \ll 150$ деталей - одиничне виробництво;

$150 > W_u > 100000$ деталей - серійне виробництво;

$W_u \gg 100000$ деталей - масове виробництво;

Тоді маємо:

$$100000 > W_u = 11220 > 150$$

Тому обираємо серійний тип виробництва.

1.5.2 Тип виробництва

Під типом виробництва слід розуміти сукупність його організаційних, технічних та економічних особливостей, тобто комплексну характеристику організації і технічного рівня підприємства, обумовлену ступенем його спеціалізації, складністю та стійкістю товарної номенклатури, розмірами і повторюваністю випуску виробів, а також масштабами виробництва.

На вибір типу виробництва випивають такі фактори:

- номенклатура виробів, що випускаються;
- обсяг випуску продукції;
- ступінь сталості товарної номенклатури підприємства;

- характер завантаження робочих місць.

Залежно від рівня концентрації і спеціалізації розрізняють три типи виробництва:

- одиничне;
- серійне;
- масове.

Тип виробництва на підприємстві визначається типом виробництва провідного цеху, а тип виробництва Цеху - характеристикою ділянки, де виконуються найвідповідальніші операції і зосереджена основна частина виробничих фондів. Віднесення підприємства до того чи іншого типу виробництва носить умовний характер, оскільки на підприємстві і навіть в окремих цехах може мати місце сполучення різних типів виробництва.

Рух предметів праці в таких цехах змішаний, з перевагою паралельно-послідовного на предметних ділянках, що відносно скорочує тривалість виробничого циклу. Робочі місця спеціалізовані на однорідних повторюваних операціях над різноманітними деталями, для чого застосовується груповий запуск деталей та універсально-складальні пристосування. Коефіцієнт серійності завантаження обладнання коливається в межах 5 – 20 деталі-операцій на верстат. На підприємствах серійного виробництва за серіями виробів, що повторюються, проводиться детальна розробка технологічних процесів в централізованому порядку, тому до кваліфікації робітників щодо їх універсальності (різносторонності) пред'являються відносно менш високі вимоги, ніж в одиничному виробництві.

В серійному виробництві значно зменшуються припуски на обробку, підвищується точність заготовок. Запуск у виробництво великих партій деталей виправдовує витрати на впровадження більш прогресивних технологічних процесів у заготівельних цехах та цехах механічної обробки.

Особливості серійного виробництва впливають на форми організації цехів і підприємств в цілому, а також на систему керування й планування.[6]

1.5.3 Розмір партії деталей

Особливістю серійного виробництва є виготовлення деталей партіями, що запускаються у виробництво одночасно. Під партією розуміють кількість деталей, що одночасно оброблюються з однієї наладки обладнання.

Розрахункова кількість деталей в партії визначається за формулою (1.8):

$$n_p = \frac{W_{ц} \cdot t}{F}, \quad (1.8)$$

де $W_{ц} = 11220$ (шт) – річна програма випуску деталей;

$t = 5$ днів – запас деталей на складах;

$F = 253$ дні – кількість робочих днів на рік.

$$n_p = \frac{11220 \times 5}{253} = 221,74 \approx 221 \text{ (деталь)}$$

Тому партія заданих деталей складається із 221 деталі.

1.6 Розробка технологічного процесу виготовлення деталі

Завдання вибору технологічного процесу виготовлення деталі характеризується багатоваріантністю можливих рішень. Навіть для порівняно простих деталей може бути розроблено декілька різних технологічних процесів, що повністю забезпечують вимоги робочого креслення і технічні умови. Методом наступного порівняння ефективності та рентабельності остаточно відбирають один або декілька рівноцінних варіантів [8]

При розробці технологічного процесу виготовлення деталі вихідними даними є: розмір і термін виконання програмного завдання, правильно відібрані креслення і технічні умови на виготовлення і приймання деталі, а також креслення і дані про вихідної заготівлі[8]

Робочі креслення деталей повинні бути виконані відповідно до ЕСКД (ГОСТ 2.001-93). Вони повинні повністю і правильно представляти форму деталі, містити позначення всіх допусків на всі параметри точності, вказівки

про необхідної шорсткості для всіх поверхонь, що підлягають обробці, матеріалі деталі, його твердості і термічній обробці, що необхідно для правильного призначення режимів обробки.

Вивчення функціонального призначення деталі є першим і головним етапом розробки технологічного процесу її виготовлення. Воно повинно супроводжуватися критичним аналізом робочого креслення, технічних умов і вимог технології складання. У результаті всієї підготовчої роботи чітко формується завдання, для вирішення якої повинен розроблятися технологічний процесу.

Дані про заготівельну операцію включають: креслення заготовки і технічних умов на виготовлення, метод отримання (лиття, штампування, прокатка і т.п.), точність виготовлення[8]

При розробці технологічного процесу, крім робочого креслення деталі, даних про типі виробництва, використовують наступні види техніко-економічної інформації: технологічний класифікатор деталей (об'єктів виробництва), класифікатор технологічних операцій, збірник типових технологічних процесів і операцій, систему позначення технологічних документів, стандарти ЕСТД і ЕСТПП , стандарти і каталоги на засоби технологічного оснащення, нормативи.

Засоби технологічного обладнання зумовлюють можливість застосування того чи іншого процесу обробки.

Засоби технологічного обладнання - це сукупність знарядь виробництва, необхідних для здійснення ТП.

До засобів технологічного оснащення виготовлення деталі відносять: верстати, технологічне оснащення, пристосування, обладнання (наприклад, пресове, термічне та ін.), Різальні та допоміжні інструменти (у тому числі вимірювальні)[8]

Технічні характеристики устаткування і оснащення характеризують оснащеність виробництва і визначають якісну сторону розроблювального ТП.

Інформація, яка використовується при розробці ТП, забезпечує єдиний для всіх підприємств системний підхід до використання методів і засобів технологічної підготовки виробництва (ТПП) з подальшим використанням її в автоматизованих системах управління (АСУ) виробництва.

Маршрут обробки вибирають, виходячи з вимог робочого креслення і прийнятої заготовки. Приступаючи до його складання, необхідно в першу чергу намітити план обробки - структуру операцій [8].

Технологічні документи та схема технологічного процесу наведені в додатках Б.

1.6.1 Вибір технологічних баз

Вибір технологічних баз важливий елемент при розробці технологічного процесу. Саме цей пункт впливає на подальшу якість обробки та точність нашого виробу.

При виборі технологічної бази необхідно враховувати наступні особливості:

- чорнова база використовується тільки один раз при виконанні першої операції над заготовкою;
- поверхні, на яких розташовані припуски лиття, чи шви, не можуть використовуватися як чорнові бази;
- щоб забезпечити найменше зміщення оброблених поверхонь відносно не оброблених у деталей, що не підлягають повній обробці поверхні слід вибрати як бази для першої операційної обробки.
- якщо у заготовки всі поверхні обробляються, то як чорнову базу слід прийняти поверхні з найменшими припусками;

- база для першої операції повинна вибиратися з урахуванням забезпечення найкращих умов обробки поверхонь, що застосовуються в подальшому в якості технологічних баз.

На операційних ескізах є умовні позначення баз з вказівкою розташування і якості опорних точок у відповідності з ГОСТ 3,1107-81 та ГОСТ 21495-86.

1.6.2 Розробка маршрутного технологічного процесу

На даному етапі проектування визначаємо послідовність виконання технологічного процесу механічної обробки заданої деталі, використовуючи результати раніше розроблених етапів.

При розробці маршрутної технології слід керуватися наступними принципами:

- перш за все оброблюємо ті поверхні, які є базовими для подальшої обробки;
- потім оброблюємо поверхні, з яких знімаємо найбільший шар матеріалу;
- далі виконуємо обробку поверхонь, в яких при знятті з них шару матеріалу в найменшій мірі знижується жорсткість деталі;
- поверхні, зв'язані точністю відносного положення, оброблюються з однієї установки;
- отвори необхідно свердлити в кінці технологічного процесу, якщо вони не є базами для установки;
- в початок технологічного процесу слід віднести ті операції, на яких можна очікувати появу браку через дефекти матеріалу;
- суміщення чорнової та чистової обробок в одній операції та на одному обладнанні небажане.

Маршрутній технології передують карта ескізів та схем, на якій зображується задана деталь. Вона допомагає читати маршрутний

технологічний процес та створює наявне представлення про порядок обробки поверхонь деталі. Ескіз деталі потрібно креслити з повним дотриманням правил виконання креслення. Масштаб вибирається довільно.

Маршрутна карта для обробки деталі кронштейн блока керування матиме такий вигляд:

005 Лиття по виплавлюваним моделям

015 Слюсарна

020 Фрезерна

025 Слюсарна

030 Фрезерна

035 Слюсарна

040 Фрезерна

050 Фрезерна

060 Фрезерна

065 Фрезерна

070 Фрезерна

075 Слюсарна

080 Фрезерна

085 Фрезерна

090 Фрезерна

095 Контрольна

100 Свердлильна

105 Контроль

Розробка маршрутного технологічного процесу обробки деталі закінчується складанням та оформленням документів по ГОСТ 3.1118-82 (додатку Б).

1.6.3 Розробка операційної технології

Операція є основною частиною технологічного процесу, який характеризується незмінністю об'єкту обробки, обладнання та робочих виконавців.

Проектуванню операційної технології передуює вирішення ланки завдань на передуючих етапах проектування – при формуванні технічного завдання та проектуванні маршрутної технології.

Зміст кожної операції розробляється на базі маршрутного технологічного процесу. При цьому уточняється зміст кожної операції, конкретизується послідовність виконання окремих переходів, враховуються можливості паралельної обробки окремих поверхонь.

Задача зводиться до докладної розробки кожної технологічної операції з урахуванням установ, переходів, проходів та інших елементів технологічного процесу.

Операційні карти включають в себе детальний опис операції технологічного процесу виготовлення виробів з розділенням операції по переходам і з вказаними режимами різання, розрахункових норм, необхідного обладнання, пристосування, робочого та вимірювального інструменту. Звичайно вони застосовується в масовому то багатосерійному виробництвах, містять відомість про порядок обробки на одному робочому місці і розробляються на кожну операцію окремо.

Всі операції слід починати з установу: установити деталь в пристрої, закріпити, зняти.

Операційна карта механічної обробки (стандартна форма) складається по результатам проектування технологічної операції. В цьому документі вказуються всі переходи операції, приводиться операційний ескіз, вказується верстат, який використовується, відмічаються координати вихідних крапок траєкторії руху інструмента та час обробки.

Операційна карта є основним документом, по якому визначаються потрібні матеріали, устаткування, робоча сила, вирішуються питання організації та планування виробництва.

На основі операційної технології оформлюється технологічна документація: операційні карти (додаток).

Технологічний процес виготовлення заданої деталі має наступний вигляд:

005 Лиття по виплавлюваним моделям

015 Слюсарна

1. Встановити, закріпити, зняти
2. Зачистити поверхні 1, 2, 3 від нерівностей
3. Обпилити поверхні бобишек 6 та 7

020 Фрезерна

1. Встановити, закріпити, зняти
2. Фрезерувати литники на торці з припуском 1,5-2 мм по розміру 1

025 Слюсарна

1. Встановити, закріпити, зняти
2. Зняти заусенці

030 Фрезерна

1. Встановити, закріпити, зняти
2. Фрезерувати литник 2 з литою поверхнею А
3. Фрезерувати литник 3 з литою поверхнею Б

035 Слюсарна

1. Встановити, закріпити, зняти
2. Зняти заусенці на бобишках основи

040 Фрезерна

1. Встановити, закріпити, зняти
2. Фрезерувати литник 1 з поверхнею А
3. Фрезерувати литник 2 з поверхнею Б

050 Фрезерна

1. Встановити, закріпити, зняти
2. Фрезерувати литник 1 з поверхнею А
3. Переустановити деталь
4. Фрезерувати литник 2 з поверхнею Б

1. Встановити, закріпити, зняти
2. Зачистити місця переходів

060 Фрезерна

1. Встановити, закріпити, зняти
2. Фрезерувати бобишки симетрично осі витримати розмір 69

065 Фрезерна

1. Встановити, закріпити, зняти
2. Фрезерувати дві поверхні 1

070 Фрезерна

1. Встановити, закріпити, зняти
2. Фрезерувати поверхню 1

075 Слюсарна

1. Встановити, закріпити, зняти
2. Зачистити заусенці

080 Фрезерна

1. Встановити, закріпити, зняти
2. Фрезерувати бобишки симетрично витримуючи розміри 1 і 2

085 Фрезерна

1. Встановити, закріпити, зняти
2. Фрезерувати перемичку витримуючи розмір 1

090 Фрезерна

1. Встановити, закріпити, зняти
2. Фрезерувати поверхні бобишек симетрично осі витримавши розмір 1

095 Контрольна

1. Встановити, закріпити, зняти
2. Перевірити відсутність механічних пошкоджень.

3. Перевірити чистоту обробки.
4. Перевірити розмір 66.
5. Перевірити розміри $114 \pm 0,6$ та $39,5 \pm 0,2$.
6. Перевірити розмір 28,2.
7. Перевірити кут $90 \pm 30^\circ$.

100 Свердлильна

1. Встановити, закріпити, зняти
2. Свердлити отвори 1
3. Зенкерувати отвори 1
4. Свердлити отвір 2
5. Свердлити отвори 3
6. Зенкерувати отвори 3
7. Розгортання отвору 3

105 Контроль

1. Встановити, закріпити, зняти
2. Контролювати співвісність отворів.

Можемо зробити висновок що, при розробці технологічного процесу обов'язковими є такі пункти як: вибір чорнової бази, вибір маршруту технологічного процесу, та вибір операцій та необхідного обладнання та інструментів що забезпечать необхідну точність заданої деталі.

1.7 Розробка операційної технології

Операція є основною частиною технологічного процесу, який характеризується незмінністю об'єкту обробки, а також , обладнання та робочих виконавців.

Операційний технологічний процес - технологічний процес, що виконується за документацією, в якій вміст операцій викладається з зазначенням переходів і режимів обробки. Операційний технологічний процес є більш детальним. Він деталізує технологію обробки і збірки до переходів і режимів обробки. Тут оформляються операційні карти технологічних процесів.

В операційному технологічному процесі маршрутна карта містить тільки найменування всіх операцій в технологічній послідовності, включаючи контроль і переміщення, перелік документів, які застосовуються при виконанні операції, технологічне обладнання і трудовитрати. Самі операції розробляються на операційних картах.

Операційна карта - технологічний документ, що містить опис технологічної операції із зазначенням переходів, режимів обробки і даних про засоби технологічного оснащення. Операційні карти застосовують в серійному і масовому виробництві. Комплект цих карт на виріб по всіх операціях доповнюють маршрутною картою [9].

Операційна карта механічної обробки (стандартна форма) складається по результатам проектування технологічної операції (додаток Б). В цьому початковому документі вказуються всі переходи операції, приводиться операційний ескіз, вказується верстат, який використовується, шифр приладобудування та інструменту, відмічаються координати вихідних крапок траєкторії руху інструмента та час обробки.

1.8 Вибір обладнання, оснастки та інструменту для виготовлення деталі

Вибір обладнання починають з аналізу формування типових поверхонь деталей та окремих видів їх обробки, маючи за мету встановлення найбільш ефективний метод обробки. Обладнання повинно бути досить простим та забезпечувати оптимальні режими обробки, а також задану точність. Особливо враховується продуктивність верстата, застосування того чи іншого обладнання обумовлюється не тільки економічністю, але ще й необхідністю забезпечення потрібної якості виготовлення виробів. Для кожної технологічної операції вказується, на якому верстаті буде виконуватись дана операція [9].

Для обробки деталі було використано такі верстати:

- Горизонтально-фрезерний верстат 6М12П
- Вертикальний консольно-фрезерний верстат 6М13П
- Горизонтально фрезерний верстат 6Н82Г
- Вертикально-свердлильний верстат 2А125

Горизонтально-фрезерний верстат 6М12П

Верстати моделі 6м12п призначені для виконання різноманітних фрезерних, свердлильних і розточувальних робіт при обробці деталей будь-якої форми зі сталі, чавуну, кольорових металів, їх сплавів і інших матеріалів.[10]

Характеристики верстата наведені в таблиці 1.6

Таблиця 1.6

Характеристики горизонтально-фрезерного верстата 6М12П

Характеристика	Показник
Розмір робочої поверхні столу довжина та ширина відповідно (мм)	320 x 1250
Найменша і найбільша відстань від торця шпинделя до поверхні стола (мм)	30-40
Відстань від осі шпинделя до	350

вертикальних напрямних станини (мм)	
Найбільше механічне переміщення столу (мм)	- поздовжнє 700 - поперечне 240 - вертикальне 370
Довжина, ширина та висота столу відповідно (мм)	1245 x 825 x 2655
Потужність електродвигунів (кВт)	- головного руху 7 - приводу подачі 1,7 - приводу насоса для охолоджуючої рідини 0,125
Розмір верстата довжина, ширина та висота відповідно (мм)	1745 x 2260 x 2000
Вага верстата (кг)	3000

Вертикальний, консольно-фрезерний верстат 6М13П

Вертикальні консольно-фрезерні верстати моделей 6М13П є оригінальними верстатами високої точності і жорсткості. Вертикальні консольно-фрезерні верстати моделей 6М13П і 6М13ПБ призначені для фрезерування різноманітних деталей із сталі, чавуну і кольорових металів головним чином торцевими і кінцевими фрезами. На цих верстатах можна обробляти вертикальні, горизонтальні і похилі площини, пази, кути, рамки, зубчасті колеса і тому подібне. Технологічні можливості верстатів можуть бути розширені шляхом застосування ділильної голівки і поворотного круглого столу [11].

Характеристика верстата наведена в таблиці 1.6

Таблиця 1.6

Характеристика вертикального консольно-фрезерного верстат 6М13П

Характеристика	Показник
Габарити верстата довжина, ширина та висота відповідно (мм)	2565x 2135 x 2235
Вага верстата (кг)	4090
Найменша і найбільша відстань від торця шпинделя до столу (мм)	30-500
Відстань від осі шпинделя до вертикальних , що направляють станини (мм)	450
Найбільша відстань від задньої кромки столу до вертикальних , що направляють станини (мм)	360

Розмір робочої поверхні столу (довжина та ширина відповідно) (мм)	1600 x 400
Найбільші переміщення столу (мм)	<ul style="list-style-type: none"> - подовжнє від руки 900 - подовжнє механічно 900 - поперечне від руки 320 - поперечне механічно 300 - вертикальне від руки 420 - вертикальне механічно 400
Переміщення на одне ділення лімба (мм)	0,05
Переміщення на один оборот лімба (мм)	<ul style="list-style-type: none"> - подовжнє 6 - поперечне 6 - вертикальне 2
потужність головного приводу (кВт)	7.5

Горизонтально фрезерний верстат 6Н82Г

Верстат призначений для фрезерування деталей зі сталі, чавуну і кольорових металів циліндричними, дисковими, фасонними, кутовими, торцевими, кінцевими і іншими фрезами в умовах індивідуального і серійного виробництва. Можливість налаштування верстата на різні напівавтоматичні та автоматичні цикли дозволяє успішно використовувати верстати для виконання робіт операційного характеру в поточних і автоматичних лініях у крупносерійному виробництві.[12]

Характеристика верстата наведена в таблиці 1.7

Таблиця 1.7

Характеристика горизонтально-фрезерного верстата 6Н82Г

Характеристика	Показник
Розміри робочих поверхонь столу (мм)	1250 x 320
Найбільше подовжнє переміщення столу (мм)	850
Найбільше поперечне переміщення столу (мм)	250
Найбільше вертикальне переміщення столу (мм)	400
Клас точності	Н
Розмір від торця поворотного шпинделя столу (мм)	50-410
Найбільше видовження гільзи поворотного шпинделя (мм)	60
Граничні показники оборотів шпинделя (хв^{-1})	40-2000

Прискорене переміщення столу (мм/хв)	<ul style="list-style-type: none"> - подовжнє 2900 - поперечне 2300 - вертикальне 1150
Потужність електродвигуна приводу шпинделя (кВт)	5,5
Потужність електродвигуна приводу столу (кВт)	1,5
Габаритні розміри верстата довжина, ширина та висота відповідно (мм)	2135 x 1865 x 1695
Маса верстата (кг)	2360

Вертикально-свердлильний верстат 2A125

Вертикально-свердлильний верстат 2A125 призначений для виконання різних операцій (свердління, розсвердлювання, розгортання, зенкування, а також нарізання різьби) в умовах дрібносерійного виробництва. Максимальний діаметр свердління - 25 мм, забезпечується за рахунок дев'ятишвидкостної коробки швидкостей з діапазоном 97-1360 об / хв. і дев'ятишвидкостної коробки подачі з діапазоном 0,1-0,81 мм за оберт шпинделя.[13]

Характеристика верстата наведена в таблиці 1.8

Таблиця 1.8

Характеристика вертикально-свердлильного верстата 2A125

Характеристика	Показник
Найбільший діаметр свердління (мм)	25
Виліт шпинделя (мм)	250
Хід шпинделя (мм)	175
Хід салазок шпинделя	200
Число швидкостей шпинделя	9
Діапазон обертів шпинделя (об/хв)	97-1360
Число подач	9
Хід столу (мм)	325
Розміри столу довжина и ширина відповідно (мм)	500 x 375
Відстань від торця шпинделя (мм)	<ul style="list-style-type: none"> - до столу 0-700 - до плити 750-1125
Габаритні розміри верстата довжина, ширина та висота відповідно (мм)	980 x 825 x 2300

Вага верстата (кг)	870
--------------------	-----

1.8.1 Вибір інструменту

При виборі типу і конструкції різального інструменту необхідно враховувати характер виробництва, метод обробки, тип верстата, розмір, конфігурацію та матеріал оброблюваної заготовки, необхідну якість поверхні, точність обробки. Характер виробництва впливає на вибір різального інструменту з економічної точки зору. Так, у масовому виробництві застосування спеціального багатолезового інструменту є доцільним, оскільки затрати на його виготовлення швидко перебиваються за рахунок зниження вартості деталі у зв'язку з пришвидшенням її обробки.

В той же час в одиничному виробництві застосування спеціального інструменту може виявитись невигідним. У цьому випадку до спеціального інструменту вдаються лише тоді, коли стандартним інструментом обробити деталь неможливо.

Взагалі необхідно пам'ятати, що застосування стандартного інструменту необхідно визнати більш бажаним незалежно від характеру виробництва, оскільки він у 5.10 разів дешевший аналогічного спеціального.

Метод обробки, прийнятий для виконання операції, визначає тип інструменту. Тип верстата впливає на вибір інструменту в тому відношенні, що він, з одного боку, визначає метод обробки, а з другого - конструктивно вирішує спосіб закріплення інструмента і тим самим визначає конструкцію його приєднувального елемента [14].

У таблиці 1.9 представлений перелік інструментів, що необхідні для обробки деталі кронштейн блока керування. А також таблиця включає в себе і допоміжні інструменти і вимірювальні. Що допоможуть під час обробки дотримуватись необхідних показників точності що задані на кресленні.

Перелік використовуваних інструментів

Тип інструменту	Позначення інструменту
Різальний	Зенкер 2320-2552 5мм P9M4K8 ГОСТ 12489-71 Сверло 2300-0192 7,6мм R9k5-413 ГОСТ 10902-77 Сверло 2300-38-73 4,8мм BK8 ГОСТ 17275-71 Сверло 2309-0049 5,1мм BK8 ГОСТ 17275-71 Фреза 2223-0065 50мм P9M4K8 ГОСТ 17026-71 Фреза 2223-0503 20мм P9M4K8 ГОСТ 20537-75 Фреза 2223-0503 20мм BK8 ГОСТ 20537-75 Фреза 2223-0503 25мм BK8 ГОСТ 20537-75 Фреза 2223-0503 мм BK8 ГОСТ 20537-75 Фреза 2241-0002 100мм BK8-42 ГОСТ 5348-69 Фреза 2254-1243 100мм P9K5 ГОСТ 2679-93 Фреза 2254-1301 160мм P9K5 ГОСТ 2679-93 Фреза 2844-0781 10мм P9K5 ГОСТ 18948-73
Вимірювальний	Мікрометр МК-75 ГОСТ 6507-90 Угломір типу 1-5 ГОСТ 5378-88 Штангенрейсмас ШР-250-0,05 ГОСТ 164-90 Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89
Допоміжний	Тиски 7200-0209 ГОСТ 14904-69 Тиски 7800-0222 ГОСТ 14904-80 Тиски 7827-0257 ГОСТ 4045-75 Тиски 7827-0259 ГОСТ 4045-75 Щупи №2

1.9 Розрахунок припусків

Припуск - шар матеріалу, що видаляють з поверхні заготовки з метою досягнення заданих властивостей оброблюваної поверхні деталі.

Припуск на обробку поверхонь деталі може бути призначений по відповідних довідкових таблицях, ГОСТ або на основі розрахунково-аналітичного методу визначення припусків.

ГОСТ і таблиці дозволяють призначати припуски незалежно від технологічного процесу обробки деталі й умов його здійснення й тому в загальному випадку є завищеними, містять резерви зниження витрати матеріалу й трудомісткості виготовлення деталі.

Розрахунково-аналітичний метод визначення припусків на обробку базується на аналізі факторів, що впливають на припуски попередніх і виконуваного переходів технологічного процесу обробки поверхні. Значення припуску визначається методом диференційованого розрахунку по елементах, що становлять припуск. Розрахунково-аналітичний метод передбачає розрахунок припусків по всім послідовно виконуваних технологічних переходах обробки даної поверхні деталі (проміжні припуски), їхнє підсумовування для визначення загального припуску на обробку поверхні й розрахунок проміжних розмірів, що визначають положення поверхні, і розмірів заготовки. Розрахунковою величиною є мінімальний припуск на обробку, достатній для усунення на виконуваному переході похибок обробки й дефектів поверхневого шару, отриманих на попередньому переході, і компенсації похибок, що виникають на виконуваному переході. Проміжні розміри, що визначають положення оброблюваної поверхні, і розміри заготовки розраховують із використанням мінімального припуску. Застосування розрахунково-аналітичного методу скорочує в середньому відхід металу в стружку в порівнянні з табличними значеннями [15].

Величина припуску повинна бути оптимальною, збільшений припуск призводить до підвищення зусилля різання, що при знятті стружки у процесі

обробки може служити причиною значного збільшення деформації деталі і зменшення точності її виготовлення, а також збільшує час на обробку.

Разом з тим зменшений припуск не дає можливості отримати потрібний квалітет точності і клас шорсткості поверхні.

У таблиці 1.10 наведені розрахунки обробки отвору 8H11

Зенкерування отвору 8H11:

Для розрахунку обробки заданого отвору необхідним є визначення мінімального симетричного припуску:

$$2 \times Z_{min} = 2 \times (R_z + T + \sqrt{\rho^2 + \varepsilon^2}) \quad (1.9)$$

Де R_z – висота нерівності профілю, мкм;

T – глибина дефектного шару, мкм;

ρ – сумарне значення просторових відхилень, мкм;

ε – похибка установки заготовки на даному переході.

Підставивши значення отримаємо:

$$2 \times Z_{min} = 2 \times (10 + 27 + \sqrt{8^2 + 4^2}) = 90 \text{ (мкм)}$$

Розрахунок максимального симетричного припуску здійснюється таким чином:

$$2 \times Z_{max} = 2 \times Z_{min} + \delta_{i-1} - \delta_i \quad (1.10)$$

де $2 \times Z_{max}$ – максимальний симетричний припуск на механічну обробку, мкм;

δ_{i-1} – допуск на попередньому переході, мкм;

δ_i – допуск на виконуваному переході, мкм;

Тоді, максимальний припуск буде:

$$2 \times Z_{max} = 90 + 100 - 90 = 100 \text{ (мкм)}$$

Свердління отвору 8H11:

$$2 \times Z_{min} = 2 \times (32 + 55 + \sqrt{25^2 + 12^2}) = 248 \text{ (мкм)}$$

$$2 \times Z_{max} = 248 + 100 - 90 = 258 \text{ (мкм)}$$

Перевірка:

$$\delta_z - \delta_d = 250 - 90 = 160 \text{ (мкм)}$$

$$\Sigma 2 \times Z_{max} - \Sigma 2 \times Z_{min} = (550 + 258 + 100 + 90) - (500 + 248 + 90) = 160 \text{ (мкм)}$$

Таблиця 1.10

Розрахунок обробки отвору 8H11

Переходи	R_z	T	ρ	ε	$2 \times Z_{min}$	Допуск мкм	max мм	min мм	Припуск	
									Max мкм	Min мкм
Заготівельна	150	50	50	-	500	250	7,5	7,69	550	500
Свердління	32	55	25	12	248	200	7,74	7,77	258	248
Зенкерування	10	27	8	4	90	100	7,802	7,82	180	90
Розгортання	-	-	-	-	10	90	7,91	8	90	0

Отже робимо висновок порівнюючи значення різниці сум максимальних і мінімальних припусків на оброблювану поверхню та різницю допусків на першому і останньому переході що $160 = 160$ отже розрахунки були проведені вірно.

Фрезерування поверхні 66H11:

Задану поверхню обробляємо в такій послідовності:

- Чорнове фрезерування
- Чистове фрезерування

Для розрахунку обробки заданої поверхні необхідним є визначення мінімального симетричного припуску по формулі (1.11) в яку підставивши задані значення отримаємо:

$$2 \times Z_{min} = 2 \times (R_z + T + \rho^2 + \varepsilon^2) \quad (1.11)$$

Тоді для чорнового фрезерування значення будуть:

$$2 \times Z_{min} = 2 \times (150 + 100 + 70 + 110) = 430 \text{ (мкм)}$$

А для чистового фрезерування будуть такі значення:

$$2 \times Z_{min} = 2 \times (100 + 50 + 65 + 60) = 275 \text{ (мкм)}$$

Далі слід розрахувати максимальний симетричний припуск для заданої поверхні 66Н11:

Для чорнового фрезерування максимальний припуск складає:

$$2 \times Z_{max} = 430 + 360 - 120 = 670 \text{ (мкм)}$$

Тоді як для чистового фрезерування буде:

$$2 \times Z_{max} = 236 + 120 - 46 = 310 \text{ (мкм)}$$

Виконаємо перевірку отриманих розрахунків:

$$\delta_z - \delta_d = 360 - 46 = 314 \text{ (мкм)}$$

$$\Sigma 2 \times Z_{max} - \Sigma 2 \times Z_{min} = (670 + 310) - (236 + 430) = 314 \text{ (мкм)}$$

Робимо висновок що розрахунки були проведені вірно.

Таблиця 1.11

Розрахунок обробки поверхні 66h11

Переходи	R_z	T	ρ	ε	$2 \times Z_{min}$	Допуск мкм	max мм	min мм	Припуск	
									max мкм	min мкм
Заготівельна	100	50	65	-	-	360	66.166	66.706	-	-
Чистове фрезерування	100	50	65	110	430	120	66.636	66.276	0,670	0,430

Чорнове Фрезерування	25	15	-	60	236	46	66	66.04	0,310	0,236
-------------------------	----	----	---	----	-----	----	----	-------	-------	-------

Як висновок можна зауважити що визначення припусків на оброблювану поверхню є дуже важливим пунктом розрахунків адже саме правильно визначений припуск дає гарантію точності оброблення необхідних поверхонь.

1.10 Розрахунок режимів різання та норм часу на виготовлення

Режими різання визначаються за рахунок таких параметрів як: глибина різання t , (мм); подача s , (мм/об), або (мм/хв); швидкість різання V , (м/хв); частота обертів шпинделя n , (об/хв).

Для обробки отвору 8H11

Свердління

Розрахунок глибини різання t , (мм):

$$t = \frac{D-d}{2} \quad (1.11)$$

де D – діаметр інструменту, мм;

d – діаметр отвору на попередньому переході

$$t = \frac{7,6-7,5}{2} = 0,05 \text{ (мм)}$$

Подачу вибираємо згідно необхідної точності отвору, тому $S=0,28$ (мм/хв).

Стійкість інструмента визначаємо за даними про цей інструмент [16]:

$$T = 20 \text{ хв}$$

Швидкість різання отримаємо за формулою(1.12):

$$v = \frac{\pi \times D \times n}{1000} \quad (1.12)$$

де V – швидкість різання, м/хв;

D – діаметр інструмента (сверла), (мм);

n – кількість обертів шпинделя за хвилину;

$\pi = 3,14$;

$$V = \frac{3,14 \times 7,6 \times 196}{1000} = 4,6 \text{ (м/хв)}$$

Визначення числа обертів і коректування по паспорту станка n_{cm}

$$n_p = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 11.339}{3.14 \cdot 7.8} = 462,96 \frac{\text{об}}{\text{хв}}, \text{де} \quad n_{cm} \leq n_p$$

$$n_{cm} = 400 \frac{\text{об}}{\text{хв}}$$

Визначення дійсної швидкості різання V , м/хв

$$V_D = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{cm}}{1000} = \frac{3,1415 \cdot 7.8 \cdot 114}{1000} = 2,79 \text{ м/хв}$$

Потужність різання (ефективна)

$$N_E = \frac{M_{кр} \cdot n_{cm}}{9750} = \frac{5.329 \cdot 400}{9750} = 0.062 \text{ кВт}$$

Необхідна потужність на приводі (дійсна)

$$N_{np} = \frac{N_E}{\eta} = \frac{0.062}{0.85} = 0.073 \text{ кВт}$$

де

η – коефіцієнт корисної дії (0,85...0,90)

Зенкерування:

Розрахунок глибини різання по формулі (1.11):

$$t = \frac{D - d}{2}$$

Де D – діаметр інструменту, мм;

d – діаметр отвору на попередньому переході

$$t = \frac{8 - 7.8}{2} = 0.1, \text{ мм}$$

При чистовій обробці подачу назначаємо в залежності від потрібного ступеня точності шорсткості оброблюваної поверхні. Маємо : $S=0,7$ мм/об.

Визначення стійкості інструменту T , хв.

$$T=20 \text{ хв.}$$

Швидкість різання, V , м/хв.

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot k_v \quad (1.13)$$

Табличні значення:

$$C_v = 10.5; q = 0.3; x = 0.2; y = 0.65; m = 0.4; k_v = 1.$$

Отримаємо:

$$V = \frac{10.5 \cdot 8^{0.3}}{20^{0.4} \cdot 0.1^{0.2} \cdot 0.8^{0.65}} \cdot 1 = 33.24 \text{ м/хв.}$$

Визначення числа обертів і коректування по паспорту станку $n_{ст}$.

$$n_p = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 33.24}{3.14 \cdot 8} = 1323 \frac{\text{об}}{\text{хв}}; n_{см} < n_p$$
$$n_{см} = 1100 \frac{\text{об}}{\text{хв}}$$

Визначення дійсної швидкості різання V_D

$$V_D = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{см}}{1000} = \frac{3.1415 \cdot 8 \cdot 1100}{1000} = 2.76 \text{ м/хв}$$

Потужність різання (ефективна)

$$N_E = \frac{M_{кр} \cdot n_{см}}{9750} = \frac{1.8 \cdot 1100}{9750} = 0.20 \text{ кВт}$$

Необхідна потужність на приводі (дійсна)

$$N_{np} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0.20}{0.85} = 0.23 \text{ кВт}$$

Для обробки поверхні 66h11

Розрахунок режимів різання для поверхні 66H11

- 1) Встановлюємо необхідну глибину різання $t=18\text{мм}$;
- 2) В залежності від вибору ріжучого інструменту, глибини різання, матеріалу який оброблюємо, властивостей обладнання та потрібної шорсткості визначаємо подачу на зуб фрези $S=80 \text{ мм}$

$$n_{\text{фрс}} = \frac{1000 \times V}{\pi \times D} \quad (1.14)$$

для фрезерування напівчистове: $n_{\text{фрс}} = \frac{1000 \cdot 31.6}{3.14 \cdot 160} = 62.89 \text{ об/хв}$;

Корегуємо частоту обертів верстата за паспортними даними і обираємо 65 об/хв так як це значення входить в допустимий діапазон.

для фрезерування чистового: $n_{\text{фрс}} = \frac{1000 \cdot 24,4}{3,14 \cdot 160} = 48,56 \text{ об/хв};$

Корегуємо частоту обертів за паспортними даними верстата і обираємо швидкість 50 об/хв.

Знаходимо швидкість різання верстата, м/хв:

$$V_{\text{фрс}} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{\text{ст}}}{1000} \quad (1.15)$$

для фрезерування напівчистового: $V_{\text{фрс}} = \frac{\pi \cdot 31,6 \cdot 65}{1000} = 6,44 \text{ м/хв};$

для фрезерування чистового: $V_{\text{фрс}} = \frac{\pi \cdot 24,4 \cdot 50}{1000} = 3,8 \text{ м/хв};$

Потужність двигуна розрахункова:

$$N_{\text{дв. р.}} = \frac{N_e}{\eta} \quad (1.16)$$

де η – коефіцієнт корисної дії (0,85...0,90).

$$N_{\text{дв. р.}} = \frac{0,166}{0,85} = 0,195 \text{ кВт}$$

Порівняння потужностей:

При цьому має виконуватись умова:

$$N_e \leq N_{\text{нрпн.}}$$

$$0,195 \leq 3$$

Отже розрахувавши режими різання можливим стає вибір необхідного обладнання для обробки, адже дійсна потужність двигуна повинна задовольняти розраховану потужність, тільки в такому випадку можливим є механічна обробка заданої деталі.

Висновки

В даному розділі були наведені розрахунки деталі, а також аналіз на технологічність $K=0,66$ що відповідає нормам $0 < K < 1$. Вибрали тип заготовки та використали спосіб її отримання литтям у виплавлені моделі, що технологічно є кращим ніж лиття в піщані форми. Проаналізували тип виробництва, та кількість деталей в партії, було розробили технологічний процес виготовлення деталі, та детально проаналізовано технологічні операції. Підібрано для кожної технологічної операції відповідні верстати та обладнання, що задовольняє всіма технічними та фізичними властивостям.

Також було розраховано припуски на обробку зовнішньої та внутрішньої поверхонь, а також режими різання для цих поверхонь та отворів, де визначили час на обробку кожної поверхні та ефективну потужність верстата. На основі приведених розрахунків, вибору обладнання та інструменту, розроблені маршрутні, операційні карти та карти ескізів, що приведені в «Додатку».

2.1 Проектування та розрахунок пристосування для фрезерування

Рис. 2.1 Пристосування фрезерне

Спроектоване пристосування (рис.2.1). є зажимним пристосуванням для фрезерування верхнього контуру заготовки та бобишек основи.

Деталь базується на задній стінці, зі сторін піджимається губками 2 і 3 що не дає їй рухатися горизонтально, а зверху прижимається планкою 6 та гвинтом 21. Деталь надійно затиснута і готова до фрезерової обробки.

Після установки пристосування на верстат деталь встановлюємо на корпус 4, 5 нижню частину затискаємо прижимом 9 за допомогою гайки 19. Потім з боків затискаємо деталь губками 2 і 3 за рахунок воротка 26. І зверху деталь затискаємо планкою 6 загвинчуючи її гайкою 20.

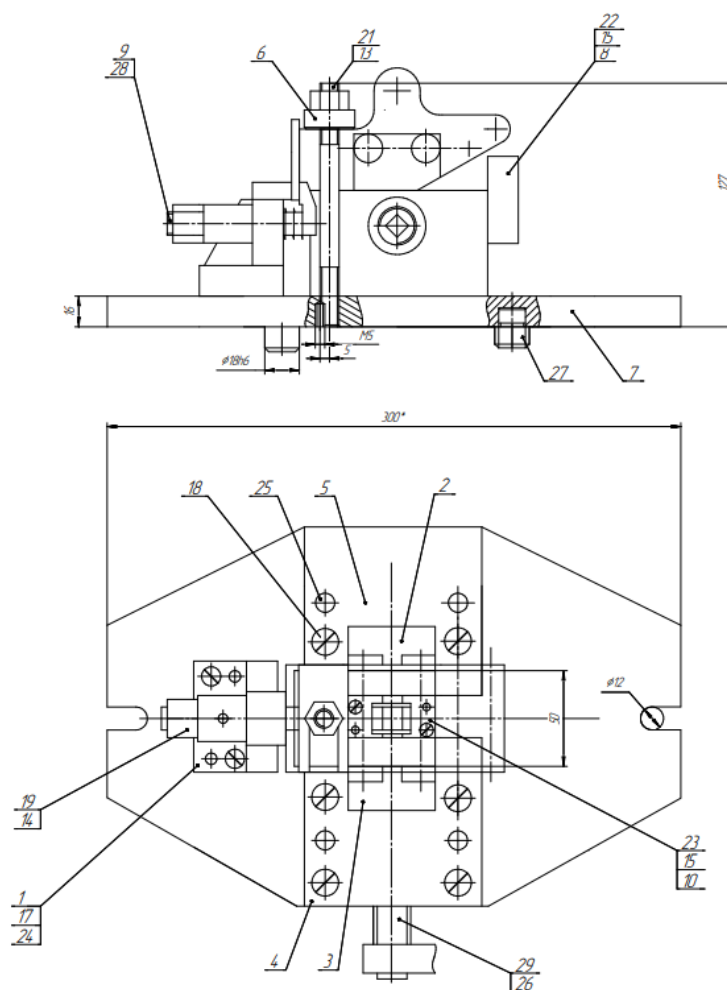


Рис. 2.1 Фрезерне пристосування

Розрахунок сили опору P_0 :

$$P_o = C_{pz} \cdot t^{X_{pz}} \cdot S^{Y_{pz}} \cdot K_{pz} \quad (2.1)$$

де C_{pz} – коефіцієнт, який залежить від умов різання;

S^y – подача;

D^q – діаметр фрези;

$$P_o = 0,4 \cdot 1^{0.88} \cdot 80^{0.75} \cdot 160 = 523 \text{ Н}$$

Отже, сила затиску буде дорівнювати:

$$P_p = 5P_o = 5 \cdot 523 = 2615 \text{ Н} \quad (2.2)$$

Отже було порівняно сили затиску і опору звідси очевидно, що сила затиску на багато більше сили опору і тому наше пристосування забезпечить надійне закріплення деталі на фрезерній операції.

2.2 Проектування та розрахунок кондуктора

На рис. 2.2 представлено креслення кондуктора. Дане пристосування є допоміжним при свердлильній операції. Основу пристосування складає плита з установленою на ній качалкою. З боків також 2 плити допомагають центрувати деталь в пристосуванні, а зверху іншою плитою за допомогою ключа 1 ми закриваємо деталь. Фіксація для обробки виконується за рахунок системи гвинтів та гайок. Принцип роботи описаний нижче.

Після установки пристосування на верстат встановлюємо деталь на качалку 9 та затискаємо п'ятою 5 гвинтом 6 використовуючи ключ 1. Деталь центруємо за допомогою гвинтів 31 та гайок 32, а також гвинтів 17 та 29 задаємо більш точне положення деталі.

Після обробки деталь виймається з пристосування з точністю до навпаки.

Приведемо розрахунок сили затиску оброблюваної деталі в даному пристосуванні.

Використовуючи формулу 2.3 розрахуємо силу затиску деталі в розробленому пристосування:

$$Q = \frac{k \times P}{f_1 + f_2} \quad (2.3)$$

де k – коефіцієнт запасу сили різання,

P – це сила затиску, тобто $Q=P$,

f_1 - коефіцієнт тертя між заготовкою та зажимом,

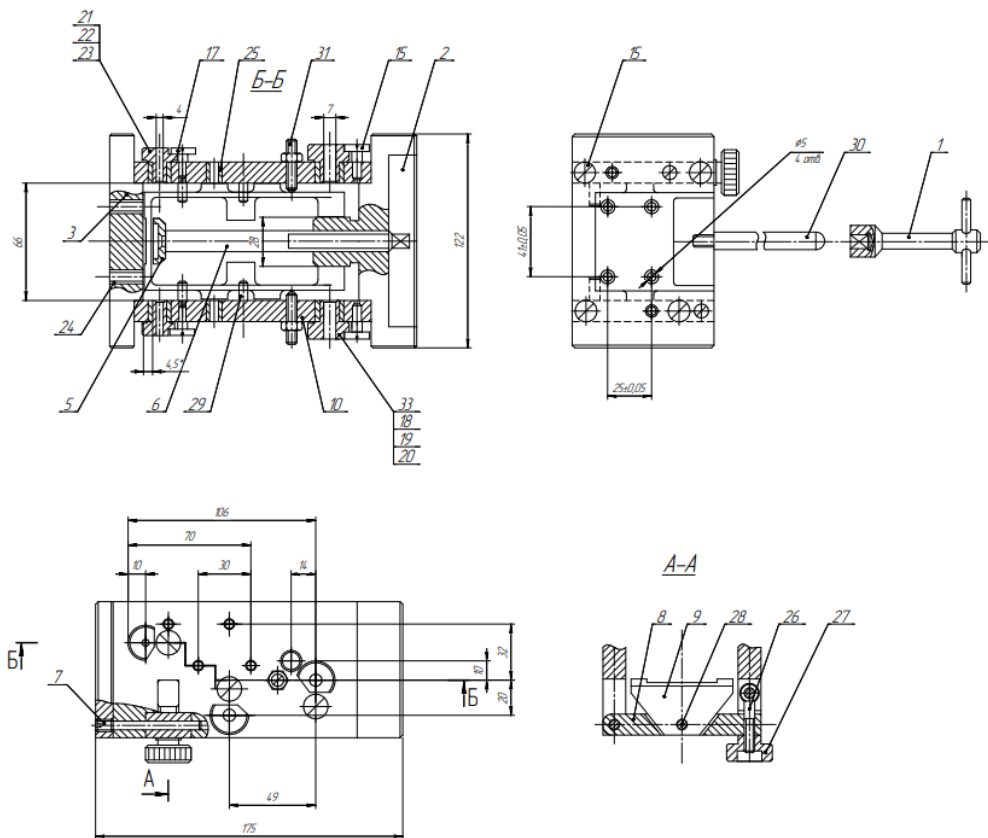
f_2 - коефіцієнт тертя між деталлю та встановленими елементами.

Рекомендовано обирати коефіцієнт $k=1.5$,

Табличні значення f_1 та $f_2 = 0.15$

Отже підставивши значення в формулу отримаємо:

$$Q = \frac{1.5 \times 13}{1.5 + 1.5} = 8.6 \text{ Н}$$



Тобто сила затиску в даному пристосуванні буде $Q=8.6 \text{ Н}$

Рис. 2.2 Кондуктор

2.3 Проектування та розробка контрольного пристосування

Пристосування встановлюємо на стіл БТК. Деталь встановлюємо на скобу 5 та затискаємо зажимом 6 за допомогою гвинта 22. Також фіксуємо деталь за допомогою прихватів 29 гайками 28. Потім перевіряємо отвори на співвісність за допомогою штирів 7-20 по методиці контролю.

Методика контролю

- 1) Притиснути деталь до бази. Для контролю розміру $106 \pm 0,3$ прошити штирем поз. 9. Для контролю розміру $70 \pm 0,3$ прошити штирем поз.

- 12Ю для гладких поверхонь – поз. 15. Для контролю розміру 13+-0,2 пошити штирем поз. 20;
- 2) Притиснути деталь до іншої бази. Для контролю розміру 22+-0,2 прошити штирем поз. 19, а потім штирем поз. 11, для гладких отворів штирем поз. 14;
- 3) Послабити деталь. Для контролю розміру 30+-0,2 прошити двома штирями поз. 10, для гладких поверхонь поз. 16. Для контролю розміру 10+-0,2 та 14+-0,2 – штирями поз. 20 та поз. 8. Для контролю розмірів 20+-0,2 і 49+-0,2 прошити двома штирями поз. 8. Для контролю розміру 13+-0,2 прошити штирем поз. 11 і 18, для гладких поверхонь – штирями поз. 14 та поз. 18.

Згідно з правилом систематичні похибки складаються алгебраїчно, а випадкові(несистематичні) – геометрично. Систематичні і несистематичні похибки складаються між собою арифметично.

$\Delta_{інд.} = 1\text{мм}$ - похибка систематична; [21]

$\Delta_{баз.} = 3\text{мм}$ - похибка випадкова (значення згідно креслення);

$\Delta_{підшипн.} = 2\text{мм}$ - похибка випадкова; [21]

$\Delta_{\text{лстойки}} = 1\text{мм}$ - похибка випадкова (значення згідно креслення);

$\Delta_{\text{осі}} = 2\text{мм}$ - похибка випадкова (значення згідно креслення).

Тоді знайдемо сумарну похибку відхилення при використанні розробленого контрольного пристосування:

$$\Delta_{\text{від}} = \Delta_{\text{індик}} + \sqrt{\Delta_{\text{баз.}}^2 + \Delta_{\text{плита}}^2 + \Delta_{\text{скоб}}^2 + \Delta_{\text{осі}}^2} \quad (2.8)$$

$$\Delta_{\text{від}} = 1 + 3 + 2 + 1 + 2 = 9$$

Тобто $\Delta_{від} = 9$ а допустиме відхилення $\Delta_{дон} = 10 \text{ мкм}$. Звідки маємо,

що $\Delta_{відх} \leq \Delta_{дон}$ тобто розроблене пристосування відповідає вимогам по точності.

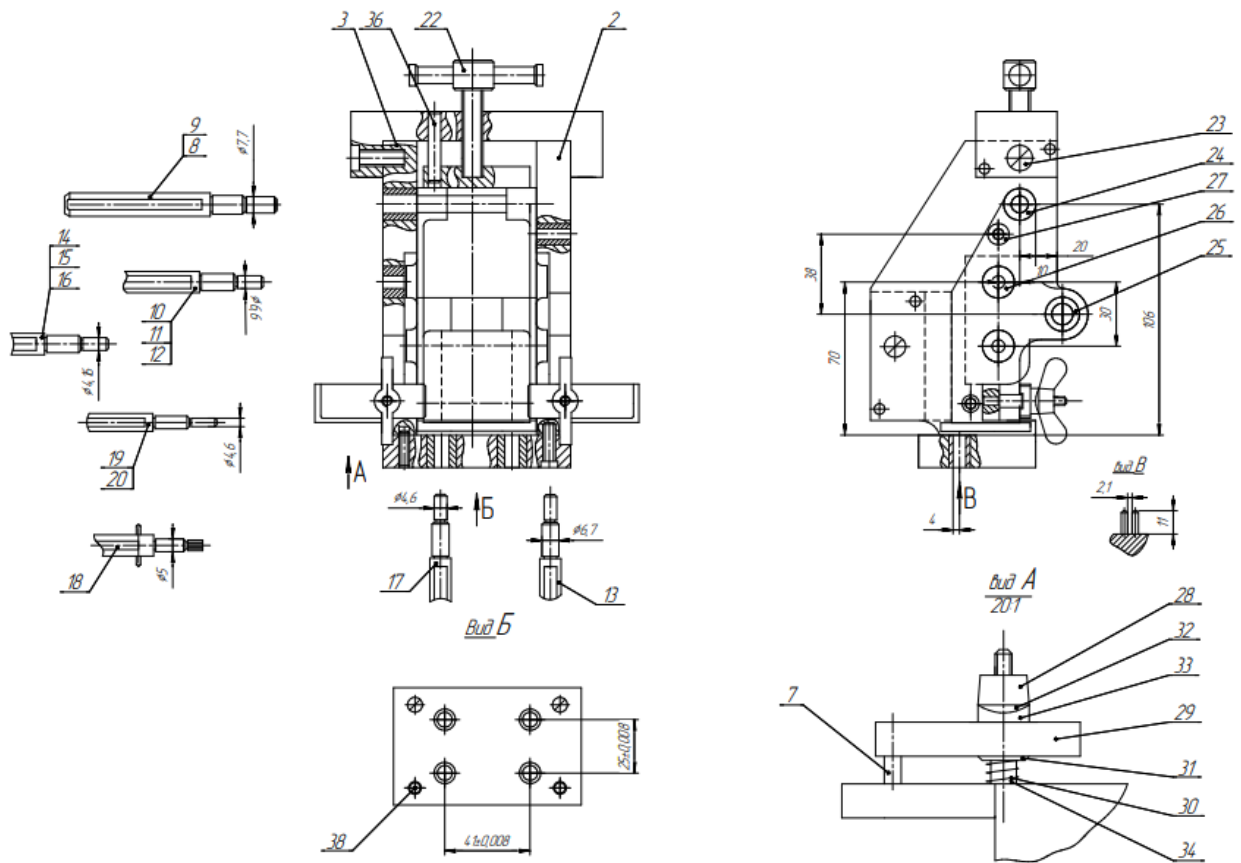


Рис.2.3 Контрольне пристосування

2.4 Проектування ділянки цеху механічної обробки

Розрахунок кількості необхідного обладнання:

$$C_p = \frac{\sum_{i=1}^n t_{шт-к_i} \cdot N_i}{\Phi_{д.ст.} \cdot 60} \quad (2.9)$$

$t_{шт-к_i}$ - штучно-калькуляційний час,

N_i - програма випуску,

$\Phi_{д.ст.} = 2024$ – ефективний річний фонд роботи верстата (1 зміна),

Щоб знайти загальну кількість верстатів певної моделі визначимо сумарне $T_{шт.к.}$. Тоді кількість фрезерних верстатів буде:

$$C_p = \frac{\sum_{i=1}^n t_{шм-к_i} \cdot N_i}{\Phi_{д.см.} \cdot 60} = \frac{31,266 \cdot 25000}{2024 \cdot 60} = 3,21 \approx 4$$

Тому маємо 4 шт. горизонтально-фрезерних верстатів 6М12П;

$$C_p = \frac{\sum_{i=1}^n t_{шм-к_i} \cdot N_i}{\Phi_{д.см.} \cdot 60} = \frac{2,34 \cdot 25000}{4048 \cdot 60} = 0,24 \approx 1$$

Вертикально-фрезерних 6М13П необхідно 1 шт.

$$C_p = \frac{\sum_{i=1}^n t_{шм-к_i} \cdot N_i}{\Phi_{д.см.} \cdot 60} = \frac{13,009 \cdot 25000}{4048 \cdot 60} = 1,33 \approx 2$$

Необхідна кількість горизонтально-фрезерних верстатів моделі 6Н82Г.

$$C_p = \frac{\sum_{i=1}^n t_{шм-к_i} \cdot N_i}{\Phi_{д.см.} \cdot 60} = \frac{26,51 \cdot 25000}{4048 \cdot 60} = 2,72 \approx 3$$

Свердлильних верстатів 2А125 маємо 3 шт.

2.4.1 Норми та правила розташування обладнання

При розміщенні обладнання треба врахувати:

- при різних розмірах верстатів, що стоять поруч, відстань між ними береться найбільшою з тої, що рекомендується для цих верстатів;
- при розміщенні верстату на фундаменті відстань між ними береться із заліком конфігурації фундаментів;
- норми площин для схованки деталей біля верстатів та пристосувань для транспортування деталей проміж верстатів не обчислюють.

Таблиця 2.1

Норми відстаней між верстатами і конструкціями цеху

Відстань	Норма, мм
Відстань між верстатами по “фронту”	600
Відстань між верстатами при обслуговуванні одним робітником	900

Відстань між верстатами при розташуванні їх у “затилку”	900
Відстань від верстату до конструкції стіни з “тильної” сторони	500
Відстань від верстату до конструкції стіни з бокової сторони	500
Відстань від верстату до конструкції стіни з “фронту”	900
Відстань від верстату до колони	500
Ширина цехових проходів та проїздів:	
– між “тильними” сторонами верстатів	1800
– між боковими сторонами верстатів	1800

Визначення кількості працюючих

Визначаємо приблизним методом:

$$P_i = \frac{w_{\eta} \cdot \Sigma T_k}{\Phi_{\text{д.л.}} \cdot K_{\text{б.о.}} \cdot 60} \quad (2.10)$$

$\Phi_{\text{д.л.}}$ – дійсний фонд людини,

$\Phi_{\text{д.л.}}=1840-1860$ год – для чоловіка;

$\Phi_{\text{д.л.}}=1750$ год – для жінки.

$K_{\text{б.о.}}$ залежить від виду виробництва:

$K_{\text{б.о.}}=1$ – в одиничному;

$K_{\text{б.о.}}=1,1-1,3$ – в дрібносерійному;

$K_{\text{б.о.}}=1,3-1,5$ – в серійному;

$$P_i = \frac{1545600}{1840 \cdot 60 \cdot 1.4} = 10 \text{ (чоловік)}$$

Визначаємо коефіцієнт завантаження по кожному типу обладнання:

$$K_3 = \frac{n_{\text{сп}i}}{n_{\text{пр}}}, \quad (2.11)$$

де $n_{\text{сп}}$ – розрахункова кількість обладнання на i -й операції;

$n_{\text{пр}}$ – прийнята кількість обладнання.

Для горизонтально-фрезерних верстатів 6М12П:

$$K_3 = \frac{3,21}{4} = 0,8$$

Для вертикально-фрезерних 6М13П:

$$K_3 = \frac{0,24}{1} = 0,24$$

Для горизонтально-фрезерних верстатів моделі 6Н82Г:

$$K_3 = \frac{1,33}{2} = 0,665$$

Та для свердлильних верстатів 2А125:

$$K_3 = \frac{2,72}{3} = 0,9$$

Таблиця 2.2

Коефіцієнт навантаження на обладнання

Найменування верстата	Розрахункова кількість	Обрана кількість	Коефіцієнт навантаження
горизонтально-фрезерний 6М12П	3,21	4	0,8
вертикально-фрезерний 6М13П	0,24	1	0,24
горизонтально-фрезерний 6Н82Г	1,33	2	0,665
свердлильний 2А125	2,72	3	0,9

Розрахунок площі ділянки цеху

Об'єм приміщень підраховується за зовнішньою площею та висотою. Внутрішня площа визначається виміром планування ділянки цеху або виходячи із кількості верстатів, робочих місць та питомої норми площі.

При плануванні ділянки цеху всі його відділення розташовують так, щоб забезпечити точність та послідовність проходження заготовок по стадіям обробки, максимальне використання виробничої площини, задовольнити вимоги охорони праці, техніки безпеки та пожежної безпеки.

Спосіб планування обладнання по ходу технологічного процесу є найбільш зручним для механічних цехів серійного виробництва. Кожен верстат має умовно-графічне зображення контуру. При плануванні обладнання на ділянці слід додержуватись норм відстаней між обладнанням, елементами будови, ширини проходу та проїзду (табл. 2.1).

При всіх видах розташування верстатів робочі місця бажано розміщувати зі сторони проходу, що полегшує обслуговування робочих місць.

Загальна площа ділянки механічного цеху розраховується за формулою

$$S_{з.пл} = (1.07 \div 1.1) \cdot (S_{вир} + S_{доп}),$$

де $S_{вир}$ – виробнича площа, m^2 ;

$S_{доп}$ – допоміжна площа, m^2 .

Виробнича площа ділянки цеху механічної обробки деталі кронштейн, буде:

$$S_{вир} = L \cdot B = 12 \cdot 13 = 156 m^2.$$

Площа складів визначається за формулою

$$S = \frac{Q \cdot t}{q \cdot k},$$

де $Q_1 = 0.436 kg$ – маса заготовки;

$Q_2 = 0.286 kg$ – маса деталі;

$t = 5 \text{ дів}$ – запас деталей, заготовок;

$q = 0.6 \text{ т/м}^2$ – завантаження площини складу;

$k = 0.5$ – коефіцієнт використання площини складу.

Таблиця 2.3

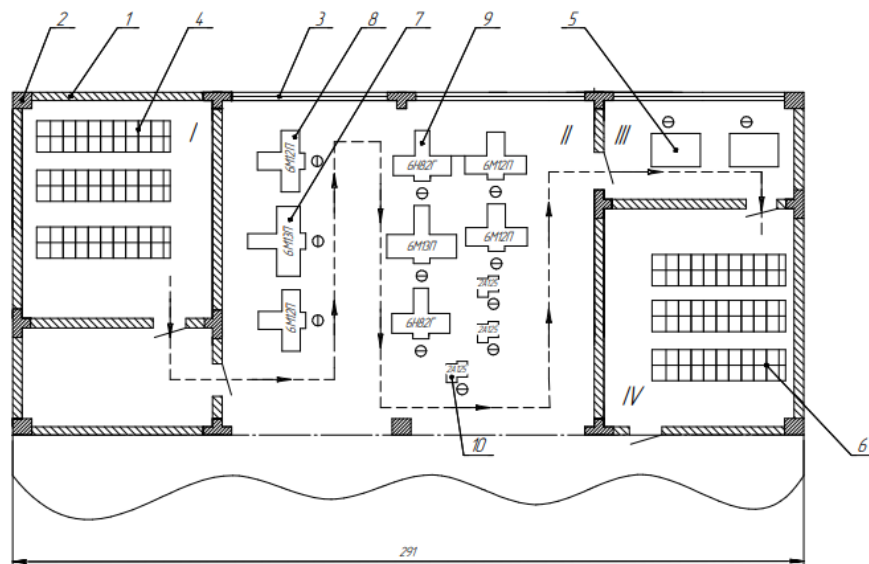
Площі допоміжних приміщень

№	Найменування допоміжних приміщень	Площа, м ²
1	Склад заготовок	56
2	Склад готових деталей	56
	$\sum S_{\text{дон}}$	112

Загальна допоміжна площа ділянки цеху $\sum S_{\text{дон}} = 112 \text{ м}^2$.

Площа ділянки цеху дорівнює

$$S_{\text{ц}} = 1.1 \cdot (156 + 112) = 294,8 \text{ м}^2.$$



I – склад заготовок; II – механічна ділянка; III – контрольне відділення; IV – склад готової продукції;
 1 – Капітальна стіна; 2 – колона; 3 – вікно; 4 – стелажі для заготовок; 5 – контрольний стіл;
 6 – стелажі для готових деталей; 7 – вертикально-фрезерний верстат 6М13П; 8 – горизонтально-фрезерний верстат 6М12П; 9 – горизонтально-фрезерний верстат 6Н82Г; 10 – вертикально-свердильний верстат 2А125.

Рис.2.4 Ділянка цеху

Висновок

В даному розділі були проведені розрахунки та робота щодо проектування пристосувань відповідно до потреб виробництва. Пристосування для фрезерування поверхонь, пристосування кондуктор для свердлильної операції, контрольне пристосування для контролю співвісності отворів.

Також було спроектовано дільницю цеху для якої було розрахована необхідна кількість обладнання ,кількість необхідних робітників та площа цеху.

Загалом була проведена все необхідна підготовка для впровадження спроектованих пристосувань та обраного обладнання для виробництва деталі кронштейн.

Висновок

Основним завданням даного дипломного проекту являє собою проектування ділянки цеху механічної обробки для деталі «Кронштейн» блока керування. В даній роботі вибрано заготовку та найбільш вигідний спосіб її отримання, деталь проаналізована на технологічність, та для неї визначено необхідний тип виробництва. Розроблено технологічний процес для виготовлення деталі та проведена розробка операційної технології. Обрано необхідне обладнання, інструменти як для виготовлення, так і для контролю, а також оснащення. Проведений розрахунок припусків для двох поверхонь в системі отвору та точної поверхні, для цих поверхонь ,також, було розраховано режими різання і технічне нормування (норми часу). Далі, було проведено проектування спеціальних пристосувань для механічної обробки фрезеруванням та свердлінням, а також контрольного пристосування для контролю співвісності отворів .

В кінці були виконані розрахунки та проектування ділянки цеху механічної обробки в розрахунок якого входили необхідні норми та правила розташування обладнання та визначення площини ділянки механічного цеху .

Список літератури

1. Марка матеріалу <http://www.evek.com.ua/materials/stal-08h14n5m2dl-vnl-3.html>
2. Технологічний процес, тенденції та зміни
<http://docs.cntd.ru/document/1200012270>
3. Вибір заготовки <https://studopedia.org/13-101290.html>
4. Технологічність деталі <https://studfiles.net/preview/6009256/page:9/>
5. Методи лиття <http://www.modificator.ru/terms/casting1.html>
6. Визначення типів виробництва
https://pidruchniki.com/11221213/ekonomika/tipi_virobnitstva_tehniko-ekonomichna_harakteristika
7. <http://www.readbook.com.ua/book/31/804/>
8. Структура виготовлення деталей
https://stud.com.ua/36407/tovaroznnavstvo/struktura_protseu_vigotvleniya_detaley_mashin
9. Руденко П. О. Проектування технологічних процесів./ П.О Руденко – К.: Вища школа, 1993. – 414 с
10. Характеристики верстата http://stanki-katalog.ru/sprav_6m12.htm
11. Характеристики верстата http://stanki-katalog.ru/sprav_6m13.htm
12. Характеристика верстата <http://novator-grp.ru/rus/stanki-ussr/6R82/>
13. Характеристика верстата <http://www.metalstanki.com.ua/sverlilnie-stanki/sverlilniy-standok-2a125>
14. https://knowledge.allbest.ru/manufacture/2c0b65635a2ad79a4d43b89421316d37_0.html
15. Косилова А. Г., Мещеряков Р. К., Калинин М.А. Точность обработки, заготовки и припуски в машиностроении. Справочник технолога./ А. Г., Косилова Р. К., Мещеряков.– Машиностроение, 1976. – 472 с.
16. <http://delta-grup.ru/bibliot/18/188.htm>
17. http://osntm.ru/zashim_sil.html

18. Антонюк В.С. Курс Лекцій «Технология приборостроения», 1999.
19. Остафьев В.А., Держук В.А., Румбешта В.А. і др. Технологические процессы изготовления деталей приборов: -К.: Висш. Шк., 1983, 208с.
20. Епполитов С.К., Усачёв Ю.И. Проектирование механосборочных цехов. Учебное пособие. – М.: ВЗПИ, 1988.-80 с.
21. Желобова Т.А. Расчет припусков на обработку деталей: Метод указания 2005 г. 4-7с.

[illegible]

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Стандартные изделия		
		15		Гвинт М6×15		
				ГОСТ 1491-70	8	
		16		Гвинт 7006-1002		
				ГОСТ 9052-69	2	
		17		Гвинт 7006-1210		
				ГОСТ 9052-69	2	
		18		Втулка 7051-4688		
				ГОСТ 18432-73	4	
		19		Втулка 7051-4688		
				ГОСТ 18432-73	4	
		20		Втулка 7051-4136		
				ГОСТ 18433-73	4	
		21		Втулка 7051-4136		
				ГОСТ 18432-73	2	
		22		Втулка 7051-4646		
				ГОСТ 18432-73	2	
		23		Втулка 7051-4102		
				ГОСТ 18433-73	4	
		24		Втулка 7051-0067		
				ГОСТ 18429-73	4	
		25		Втулка 7051-0066		
				ГОСТ 18429-73	4	
		26		Болт 7002-0557		
				ГОСТ 14724-69	1	
		27		Гайка 7003-0253		
				ГОСТ 14726-69	1	
		28		Штифт 6Г×25		
				ГОСТ 3128-70	1	
Инв. № подл.			ДП ПБ5116.1720.003 СБ			Лист
						2
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

[illegible]

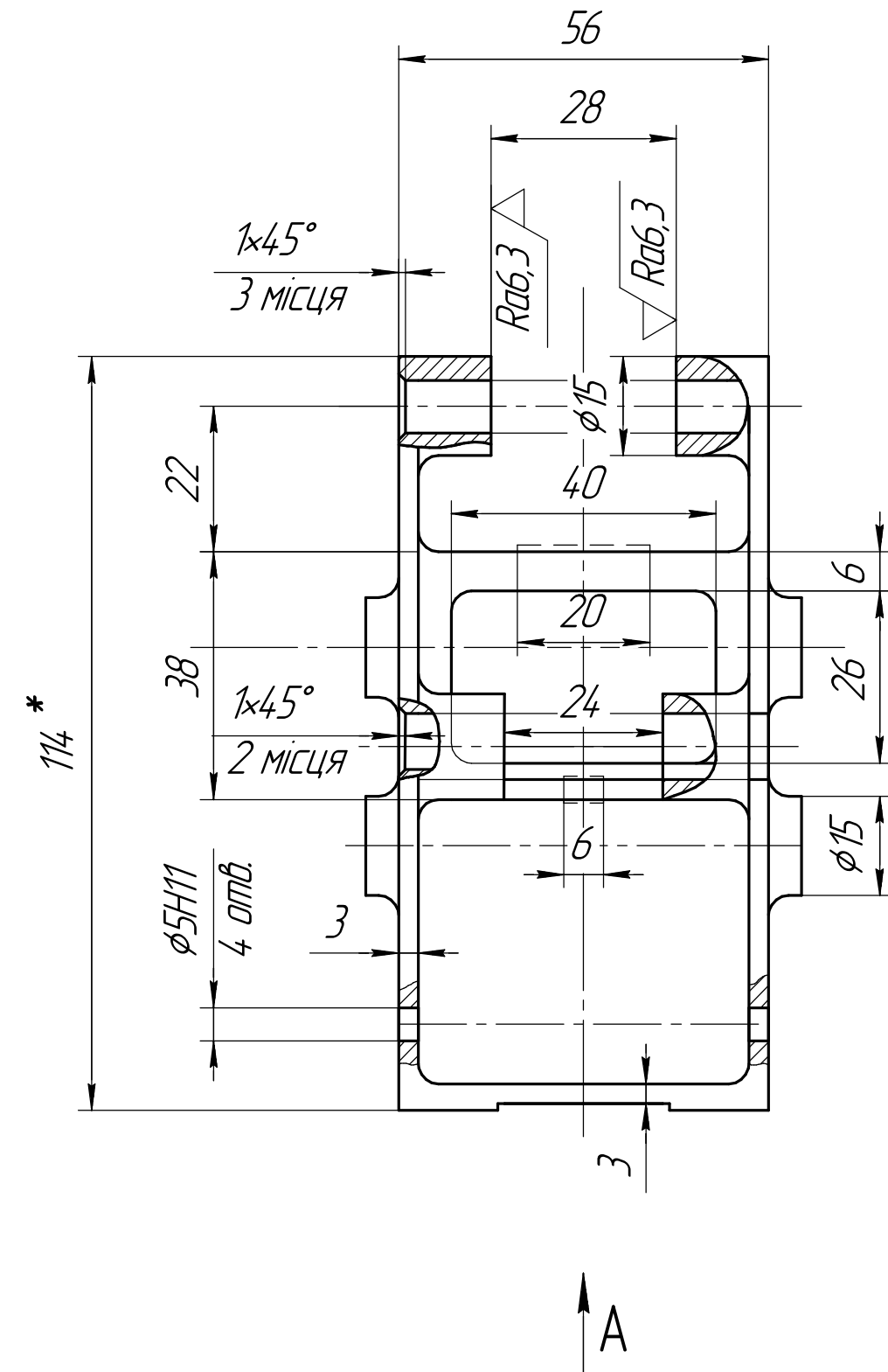
Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		21		Тара	1	
				Стандартные изделия		
		22		Гвинт 7006-0520	1	
				ГОСТ 13431-68		
		23		Гвинт М8×20	6	
				ГОСТ 1491-72		
		24		Втулка 7051-0088	2	
				ГОСТ 18429-73		
		25		Втулка 7051-0087	2	
				ГОСТ 18429-73		
		26		Втулка 7051-0082	8	
				ГОСТ 18429-73		
		27		Втулка 7051-0067	4	
				ГОСТ 18429-73		
		28		Гайка М8	2	
				ГОСТ 3032-76		
		29		Прихват 7011-0508	1	
				ГОСТ 4735-69		
		30		Пружина 7039-0078	2	
				ОСТ 1511 23-11		
Инв. № подл.					Лист 2	
		Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП ПБ5116.1720.004 СБ

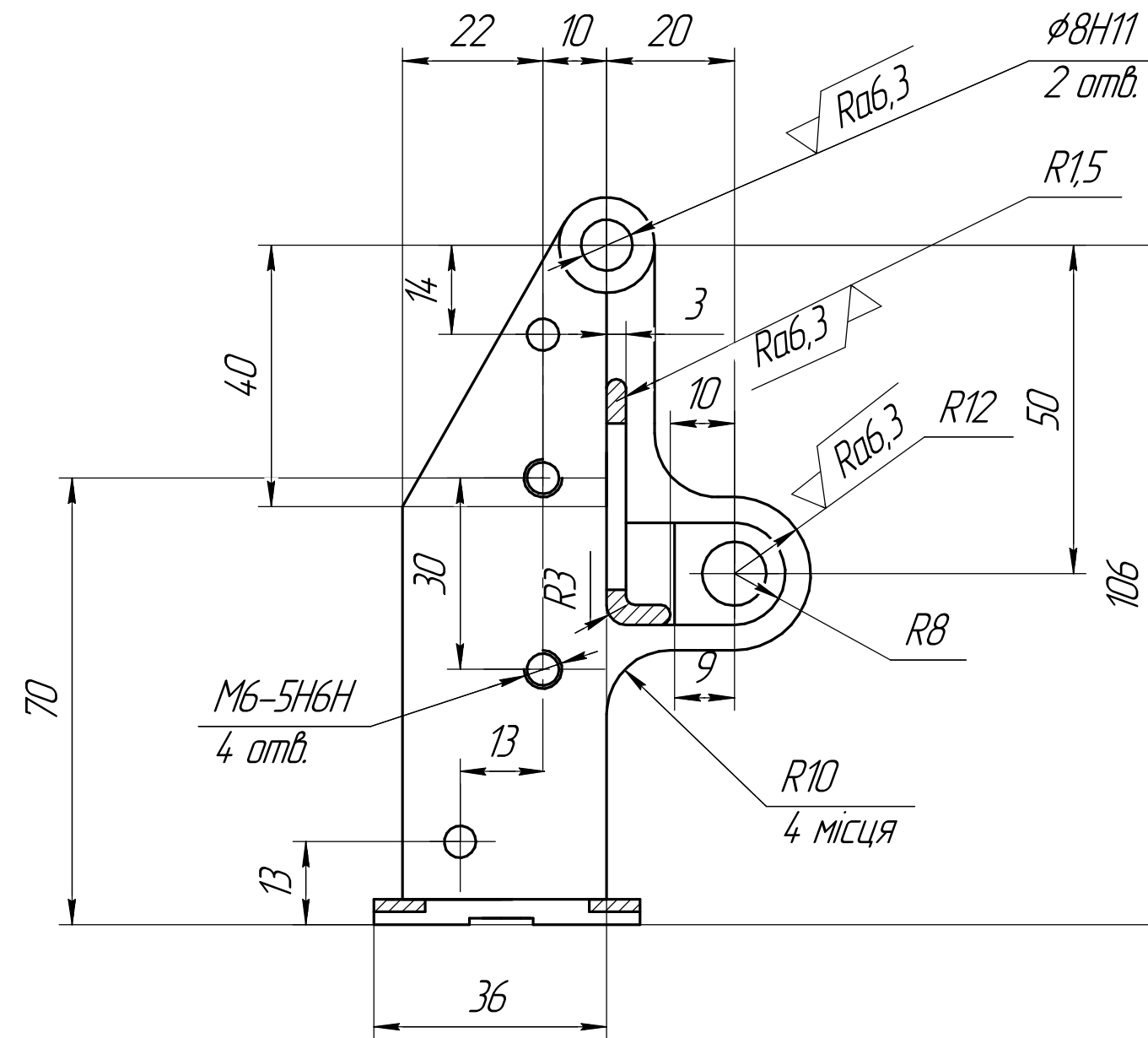
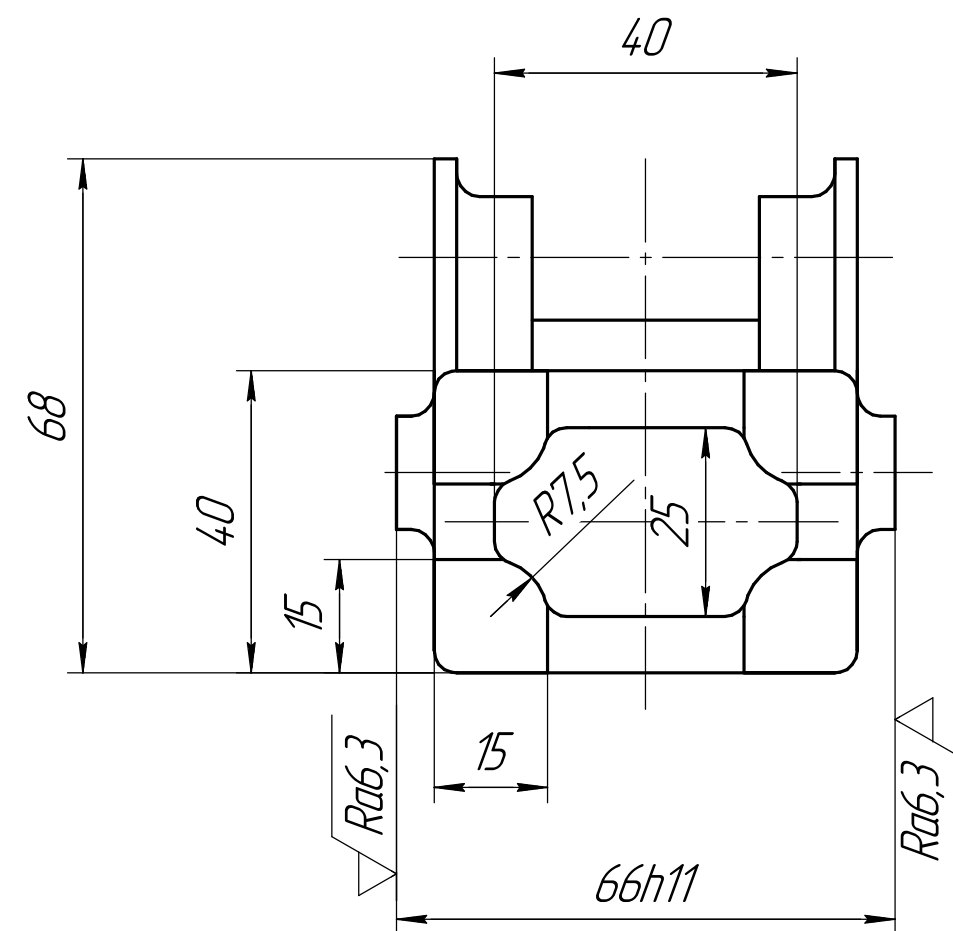
ІНД. № підл.	Підп. і дата	Взам. инв. №	Инд. № зблн.	Підп. і дата	Справ. №	Перв. примен.

ДП ПБ5116.1720.001

✓/N1

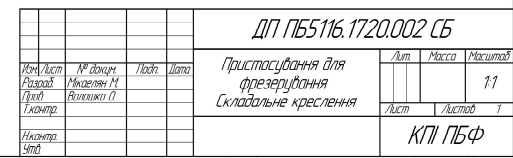


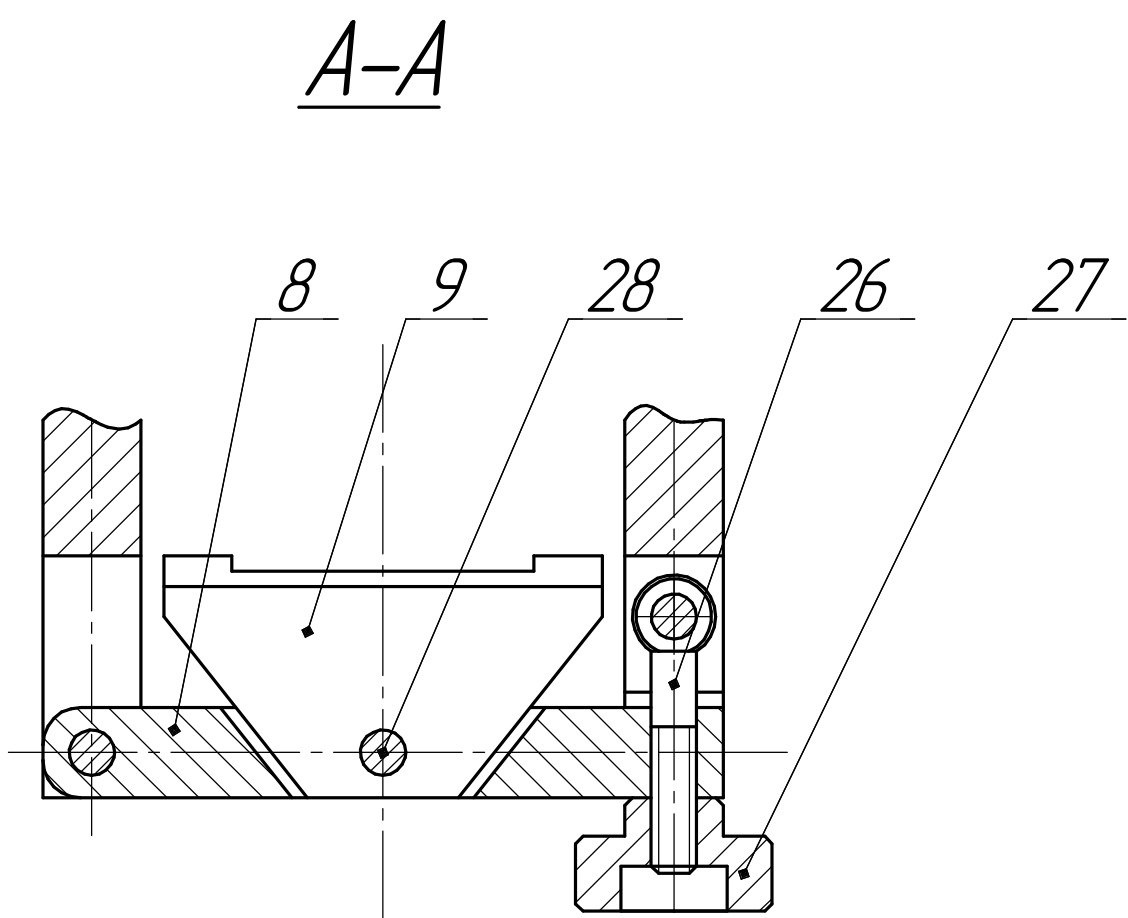
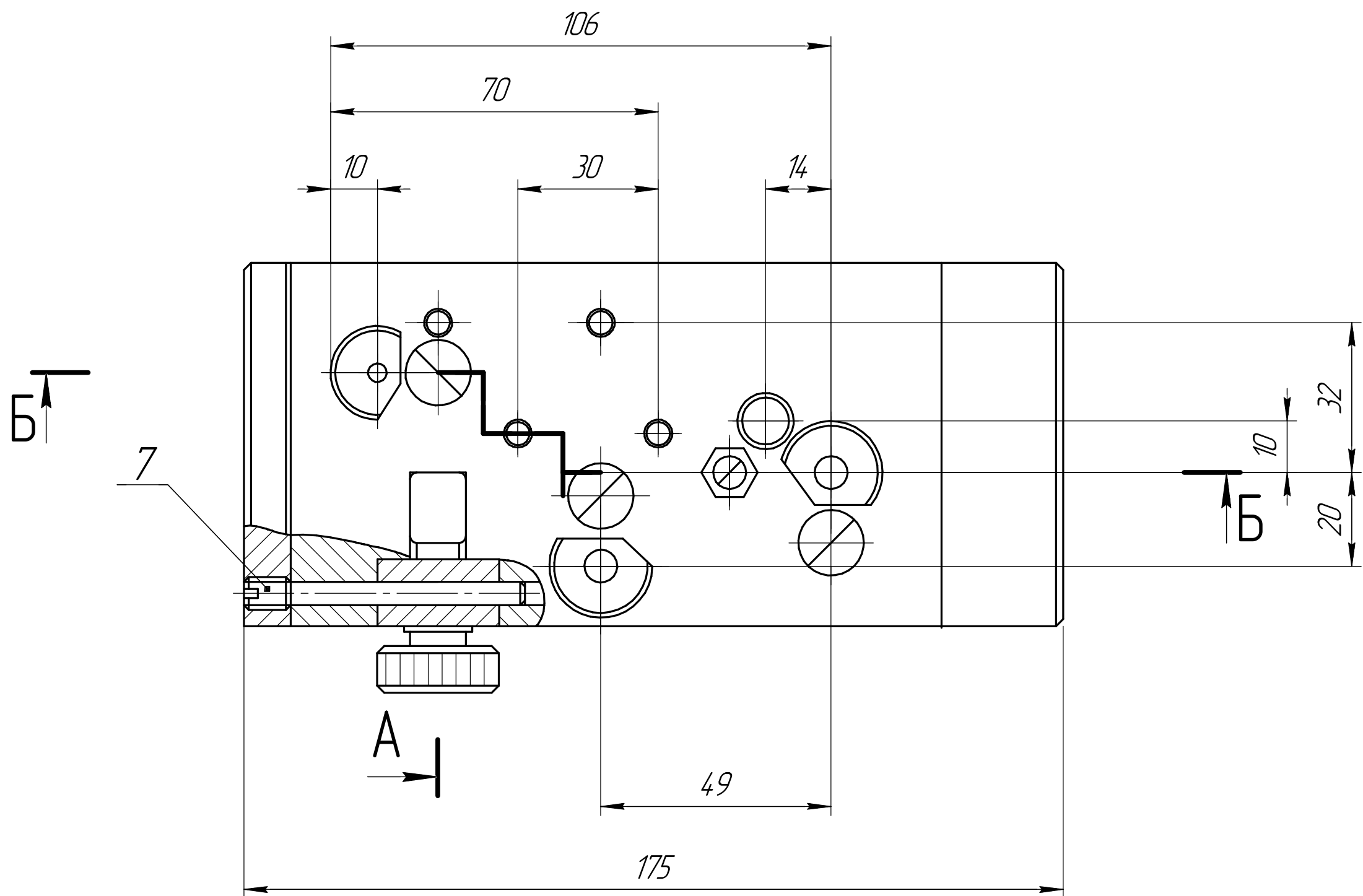
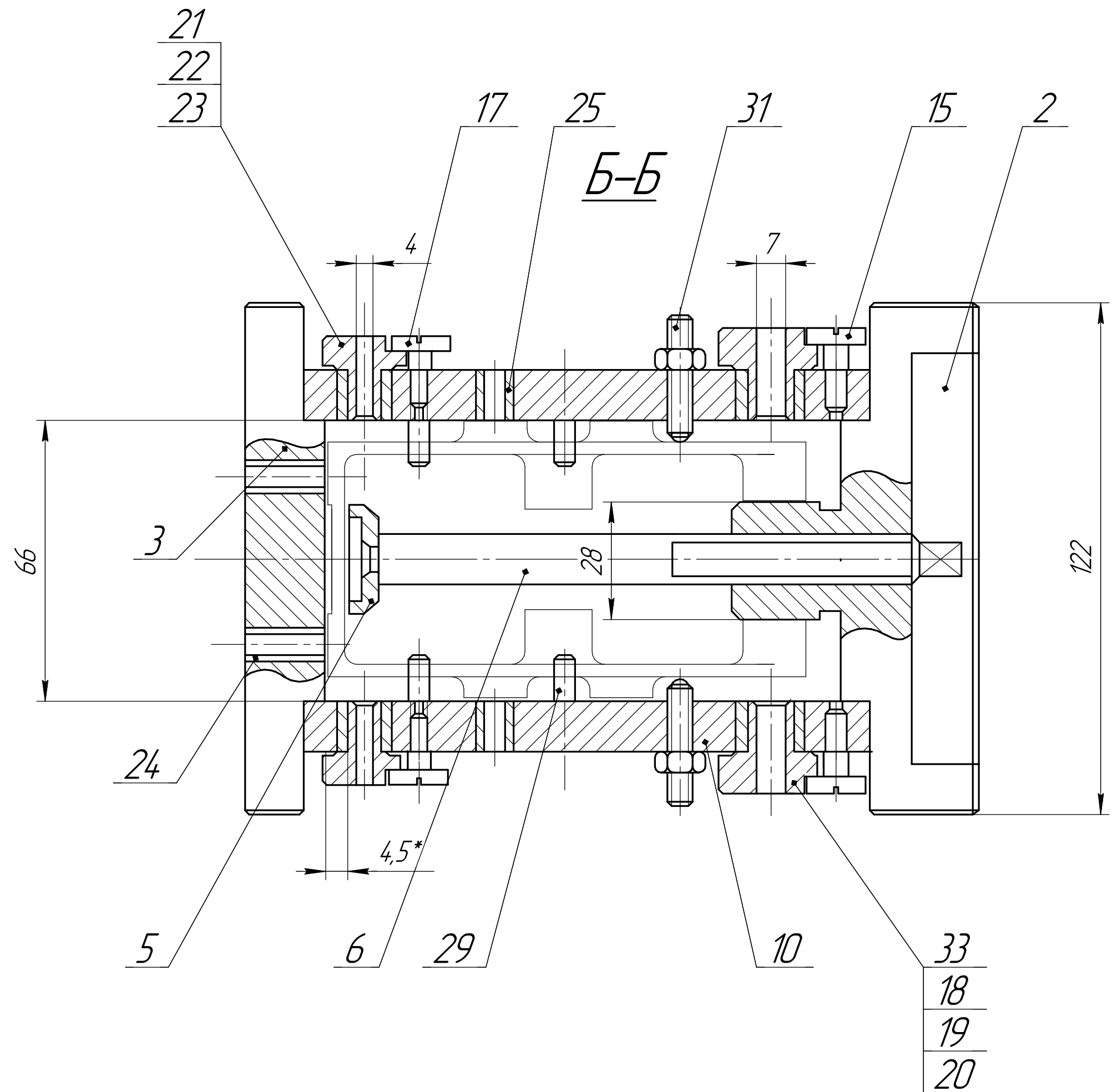
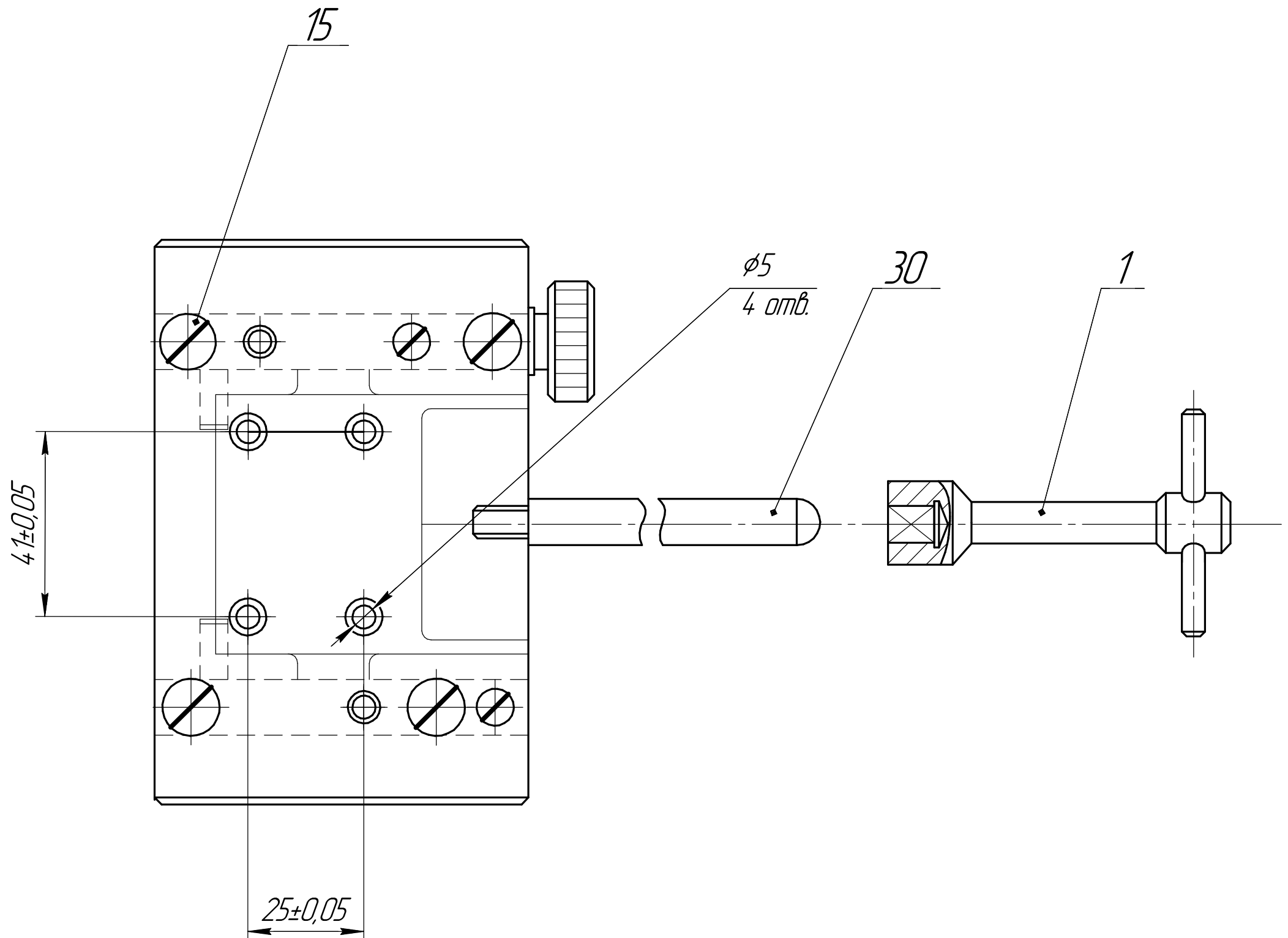
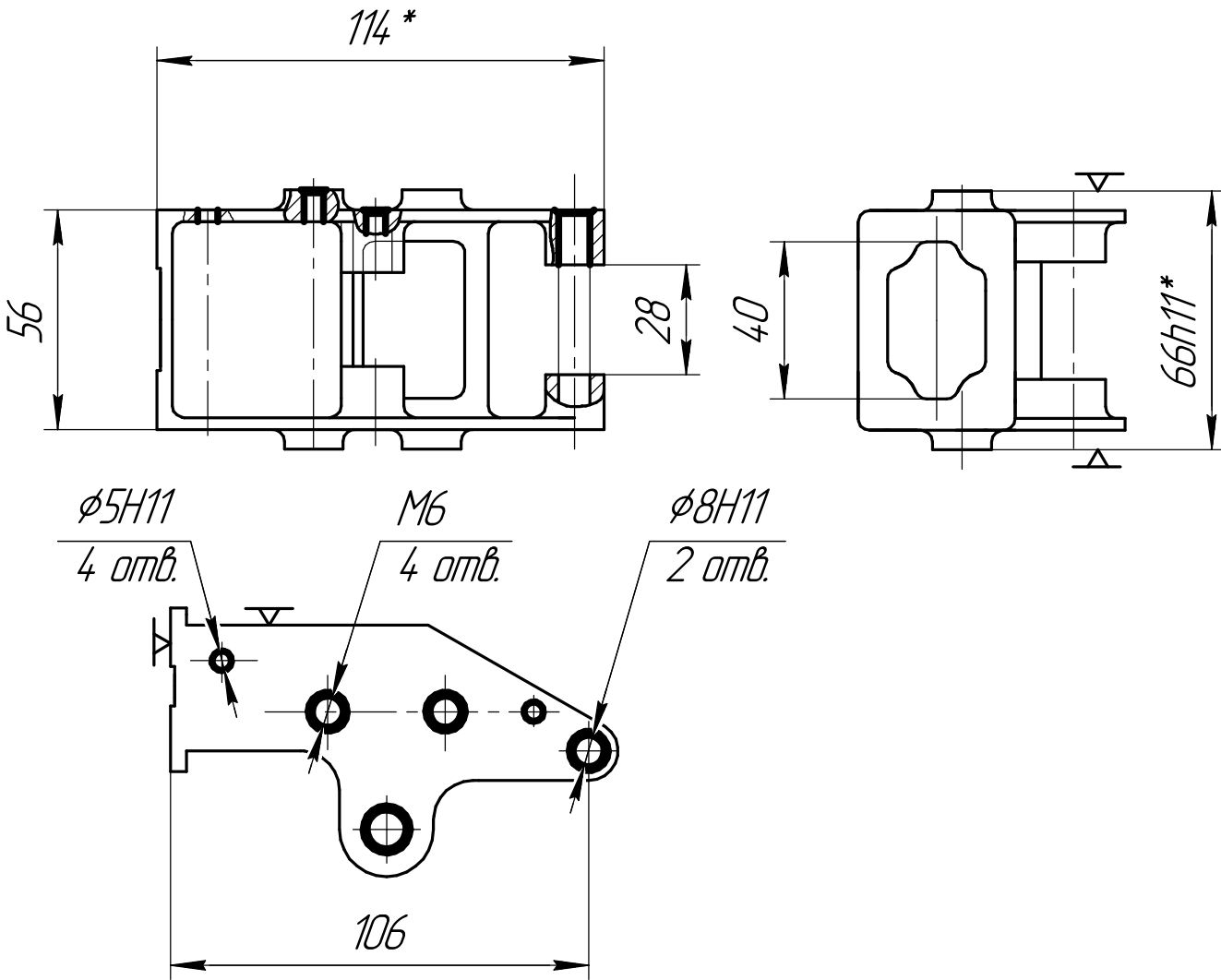
Вид А



- *Розміри для довідок.
- Відхилення розмірів необроблюваних поверхонь по ОСТ 1 41154-86 ЛТ6.
 - Ливарні ухили 1°...1°30'.
 - Невказані ливарні радіуси 3 мм.
 - Невказані граничні відхилення розмірів, форми та положення поверхонь по ОСТ 1 00022-80.
 - Граничне відхилення маси $\pm 0,023$ кг.

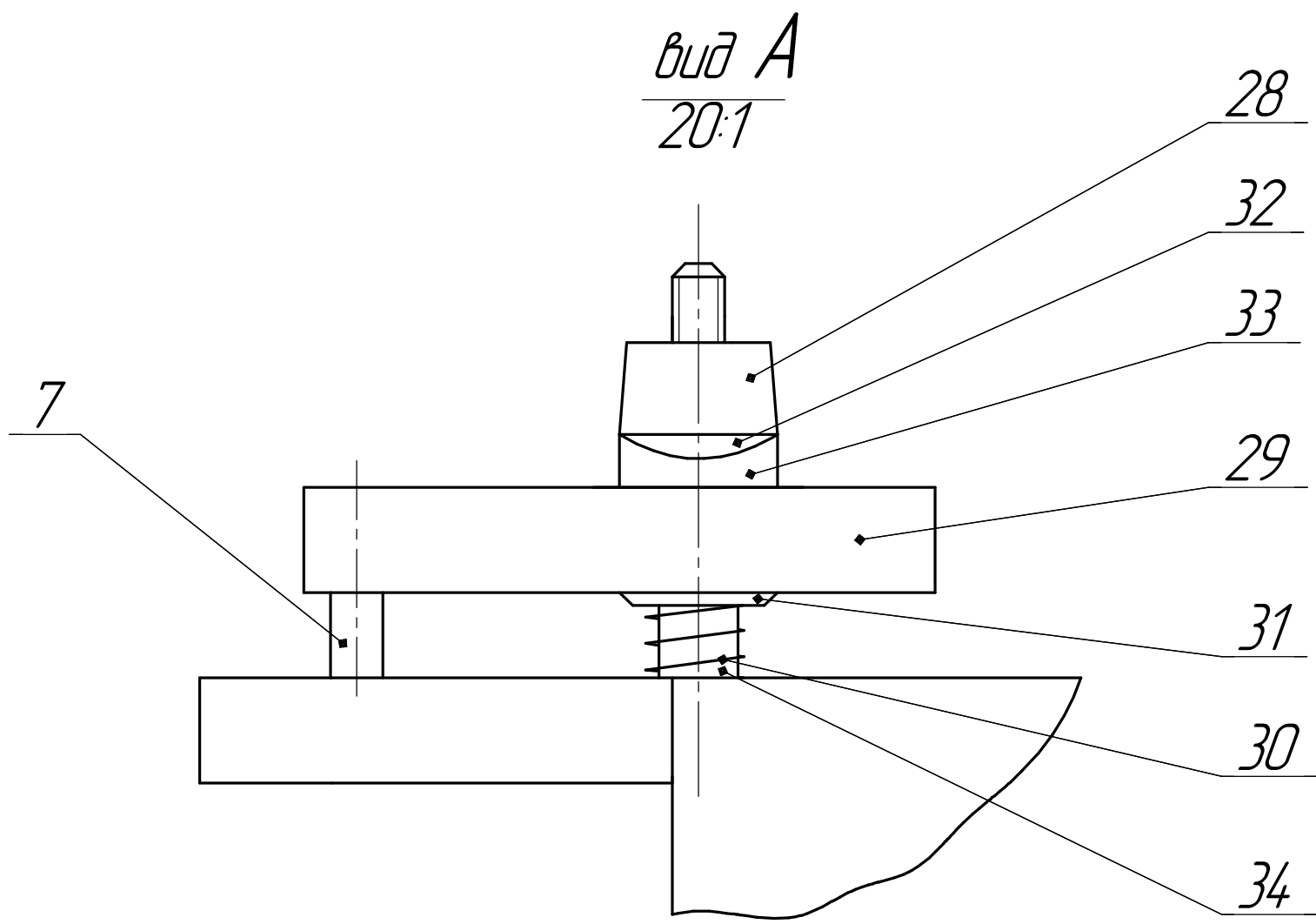
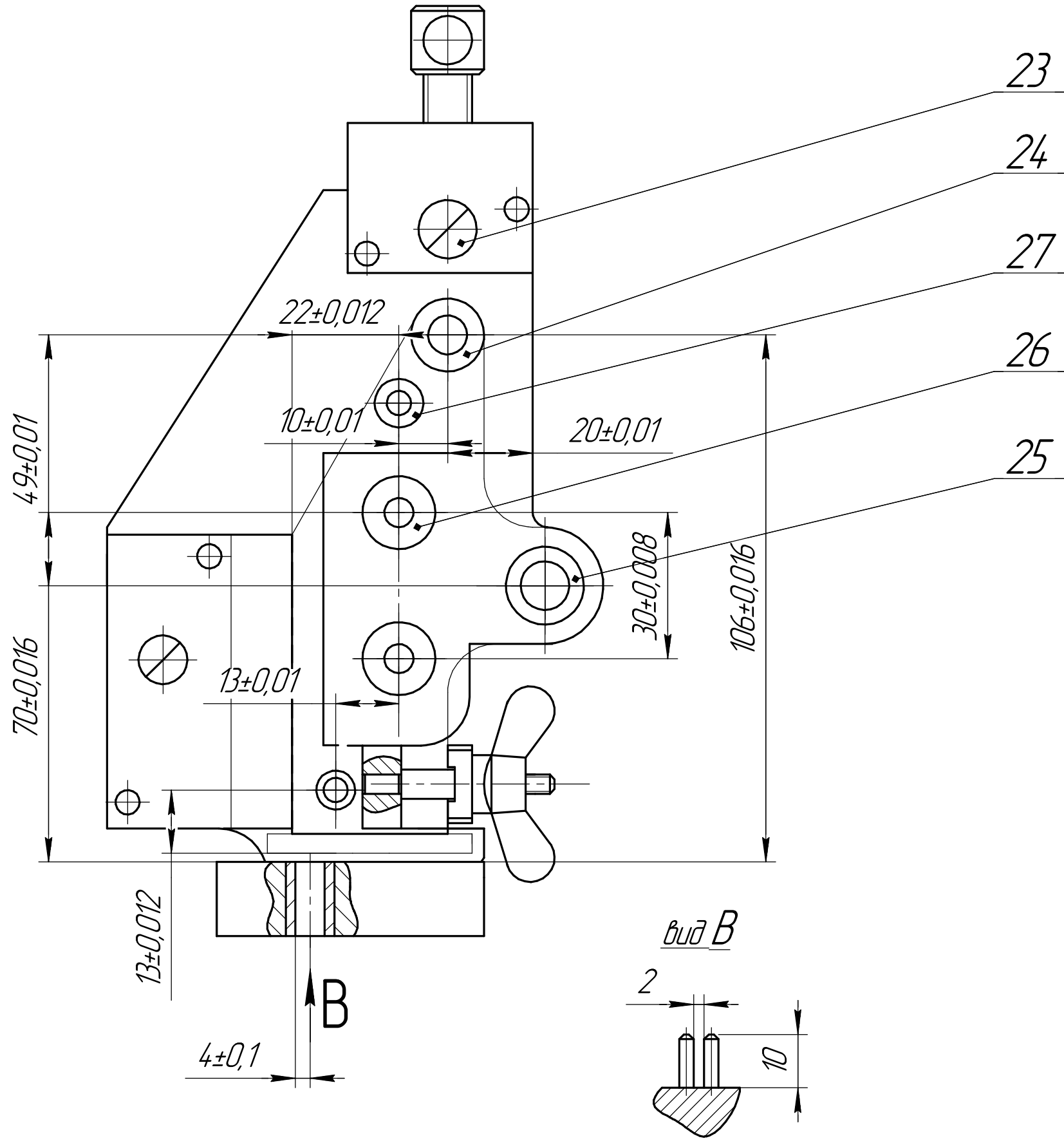
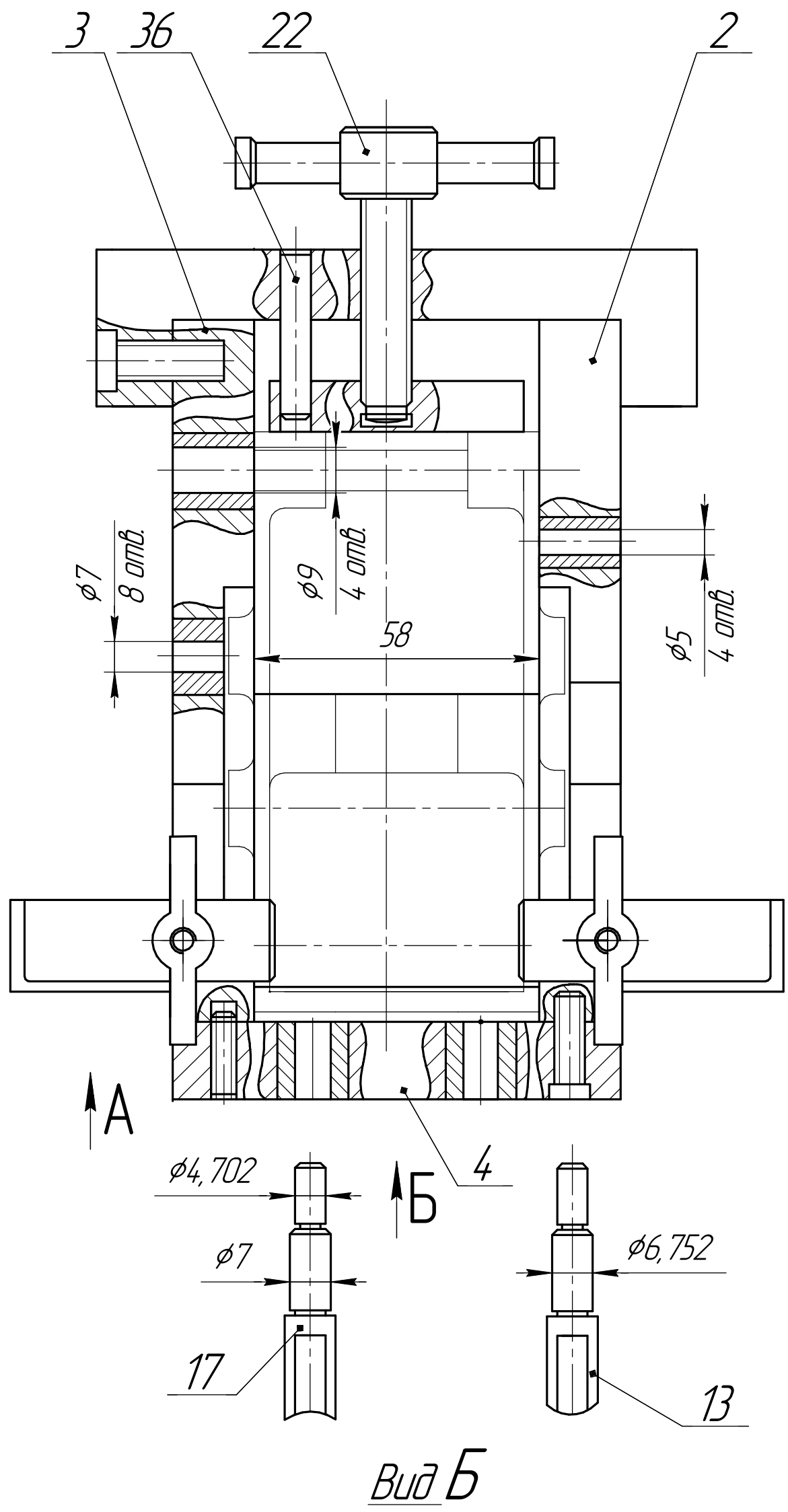
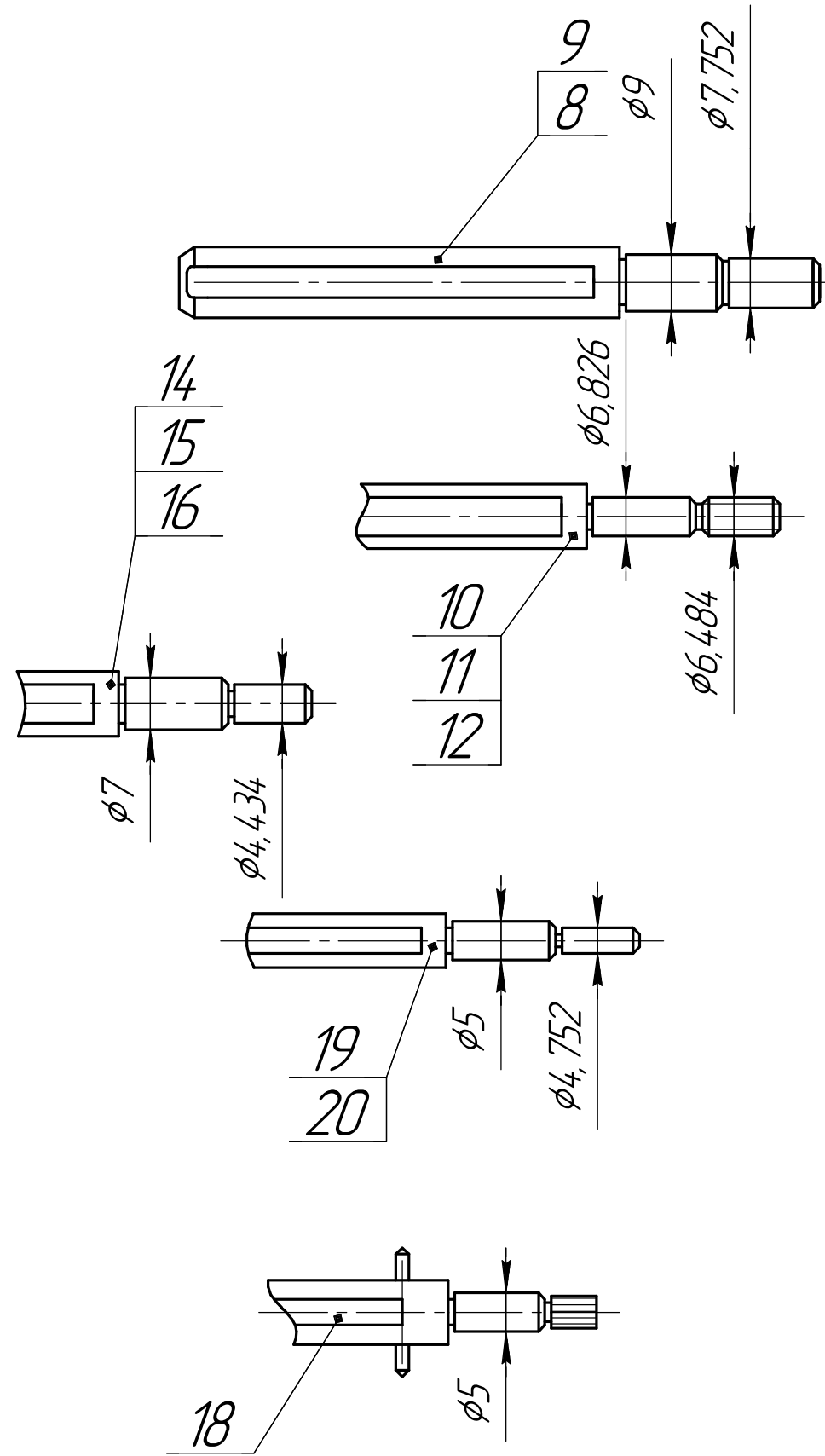
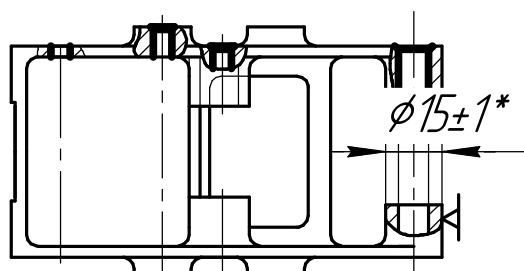
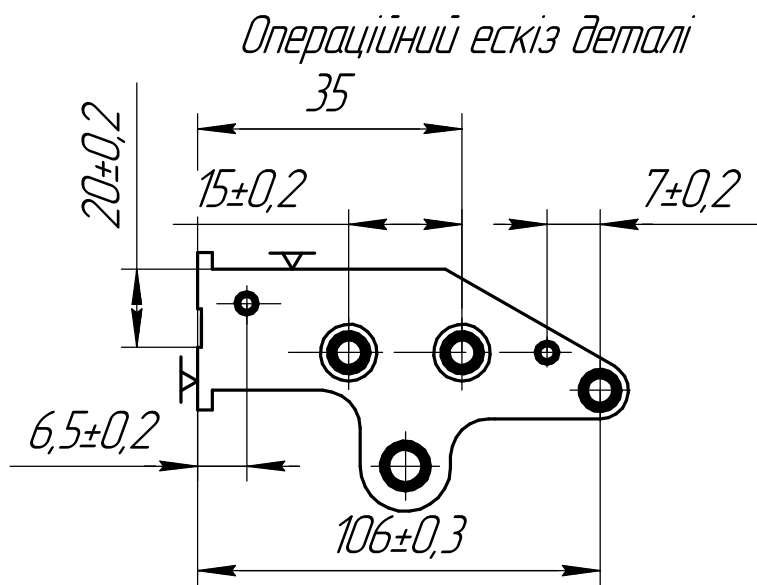
ДП ПБ5116.1720.001					
Кронштейн			Лист	Маса	Масштаб
Сталь ВНЛ-3			0,33	1:1	
КПІ ПБФ			Лист	Листов	1
Копіював			Формат А2		





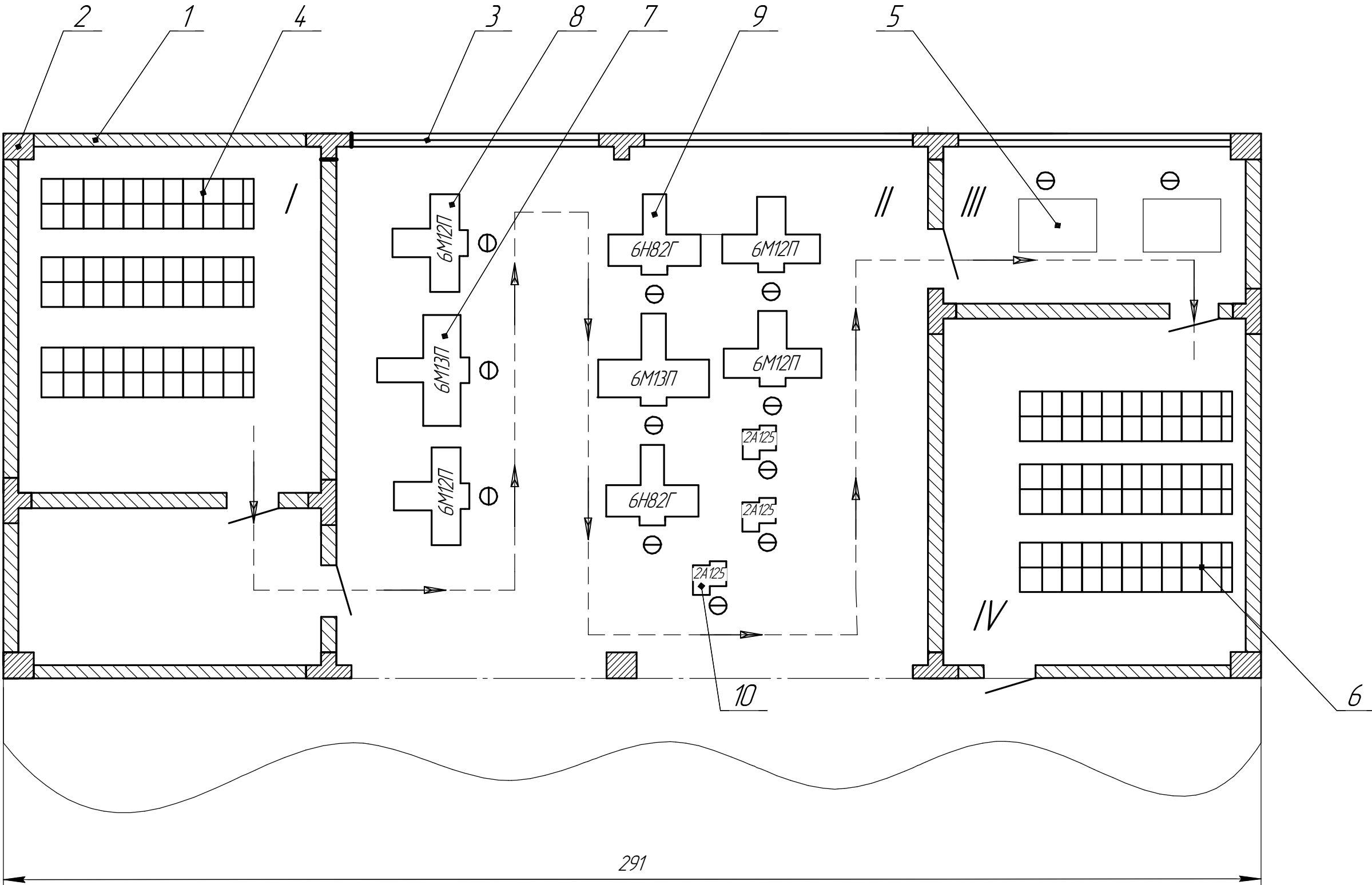
*Разміри для довідок
1. Відрегулювати плавність роботи рухомих частин
2. Періодичність огляду після виготовлення кожної партії деталей
3. Періодичність ремонту після 1 року експлуатації

ДП ПБ5116.1720.003 СБ				Кондуктор		
Складальне креслення				Лист	Маса	Масштаб
						1:1
				Лист	Листів	1
				КПІ ПБФ		
				Формат А1		



- * Розміри для довідок
1.Відрегулювати плавність роботи рухомих частин
2.Періодичність огляду після виготовлення кожної партії деталей
3.Періодичність ремонту після 1 року експлуатації.
4. Деталь поз. 21 умовно не показана

ЛП П55116.1720.004 СБ				Контрольне пристосування		
Взам. Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Лист	Маса	Масштаб
Разроб.	Михайленко М.					1:1
Проб.	Волошко О.			Лист	Листов	1
Т.контр.				КПІ ПБФ		
Н.контр.				Копіювання		
Утв.				Формат А1		



I – Склад заготовок; II – механічна ділянка; III – контрольне відділення; IV – склад готової продукції;
1-Капітальна стіна; 2-колона; 3-вікно; 4-стелажи для заготовок; 5- контрольний стіл;
6-стелажи для готових деталей; 7- вертикально-фрезерний верстат 6М13П;
8- горизонтально-фрезерний верстат 6М12П; 9- горизонтально-фрезерний верстат 6Н82Г;
10- вертикально-свердильний верстат 2А125.

Взам. шиф. №	
Підп. і дата	
Инд. № підп.	

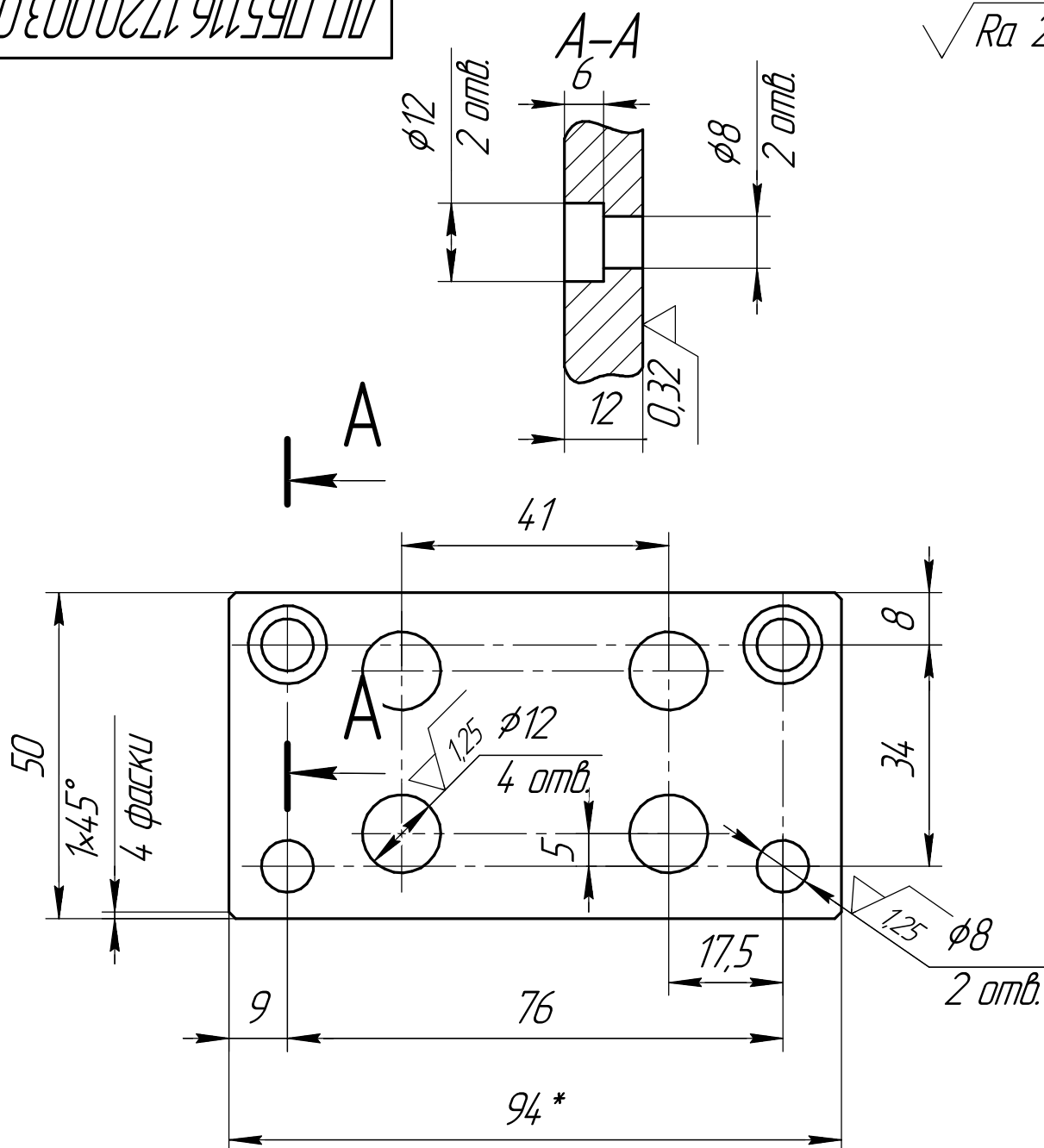
						ДП ПБ5116.1720.006		
						Ділянка цеху	Стадія	Масштаб
								1:100
							Лист	
							ПБФ, 4к	
							Формат А2	
Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата			
роз.		Микаелян М						
пер.		Волошко О						
цтб								

Справ. №	Перв. примен.

Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата



Формат А4



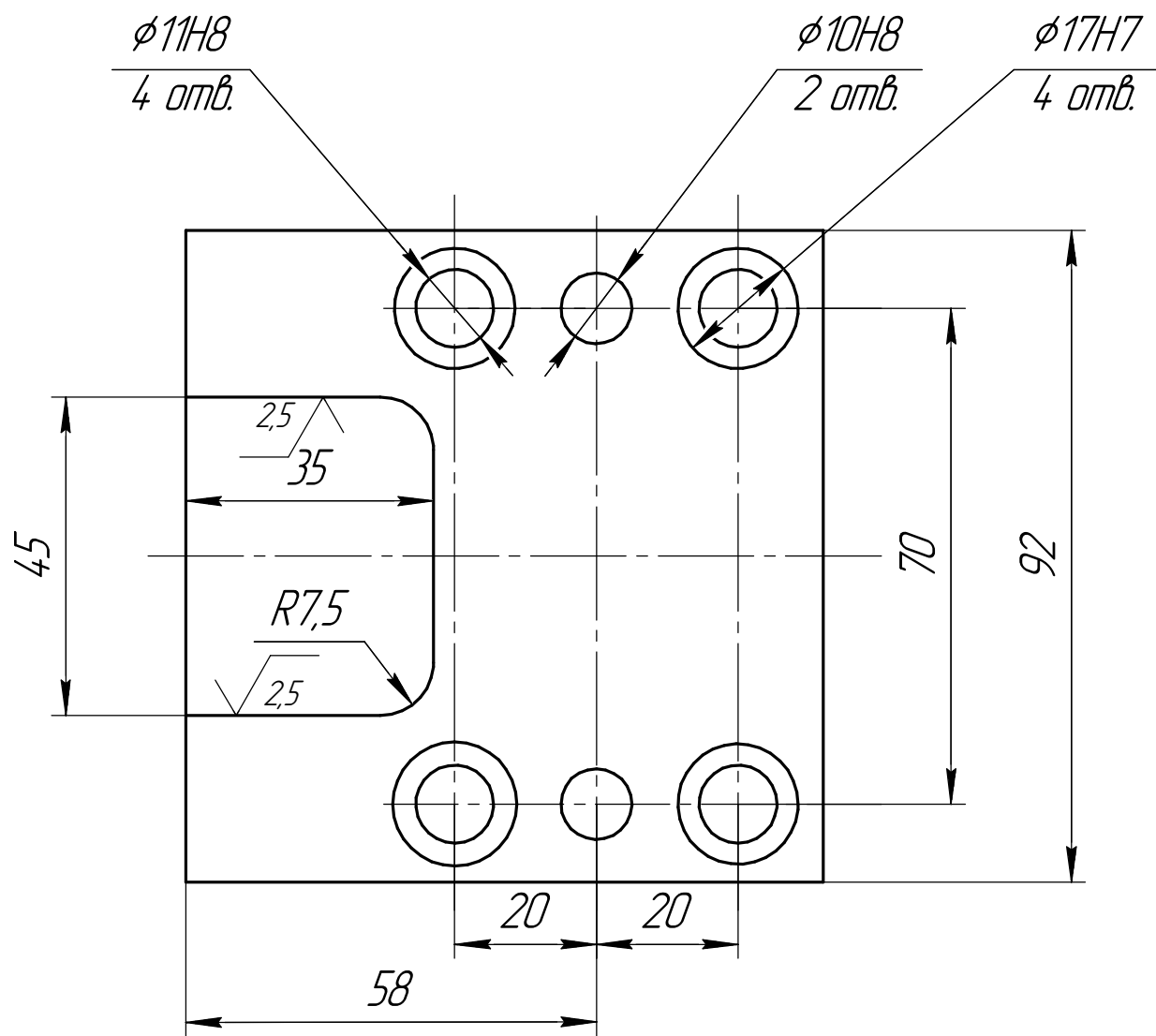
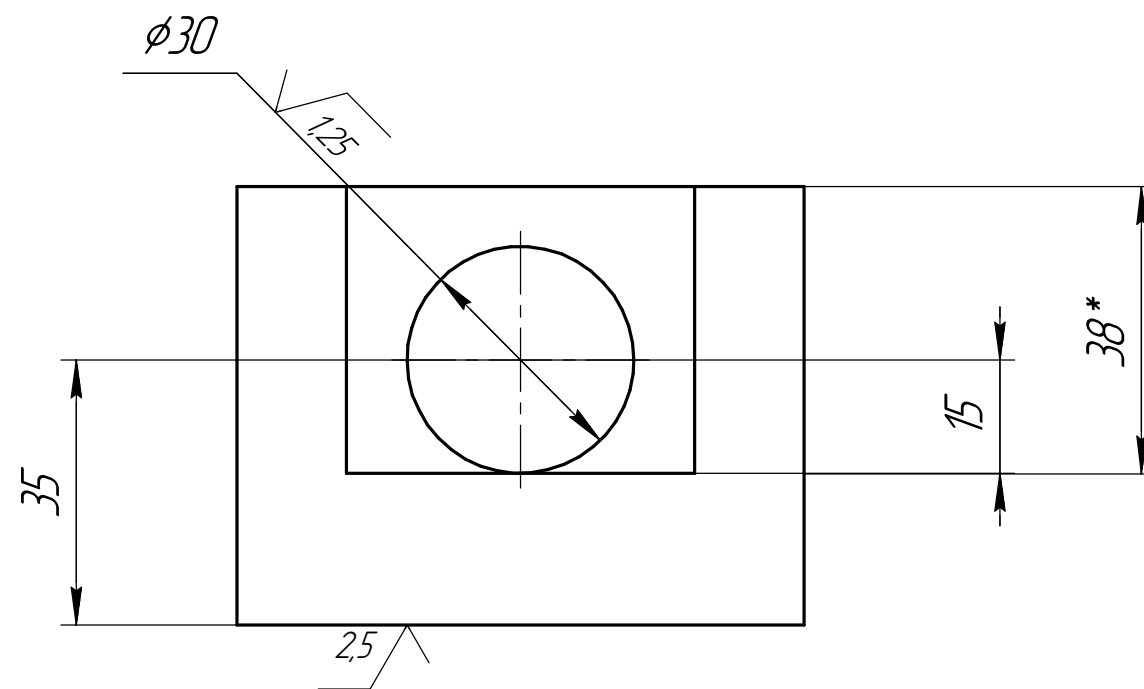
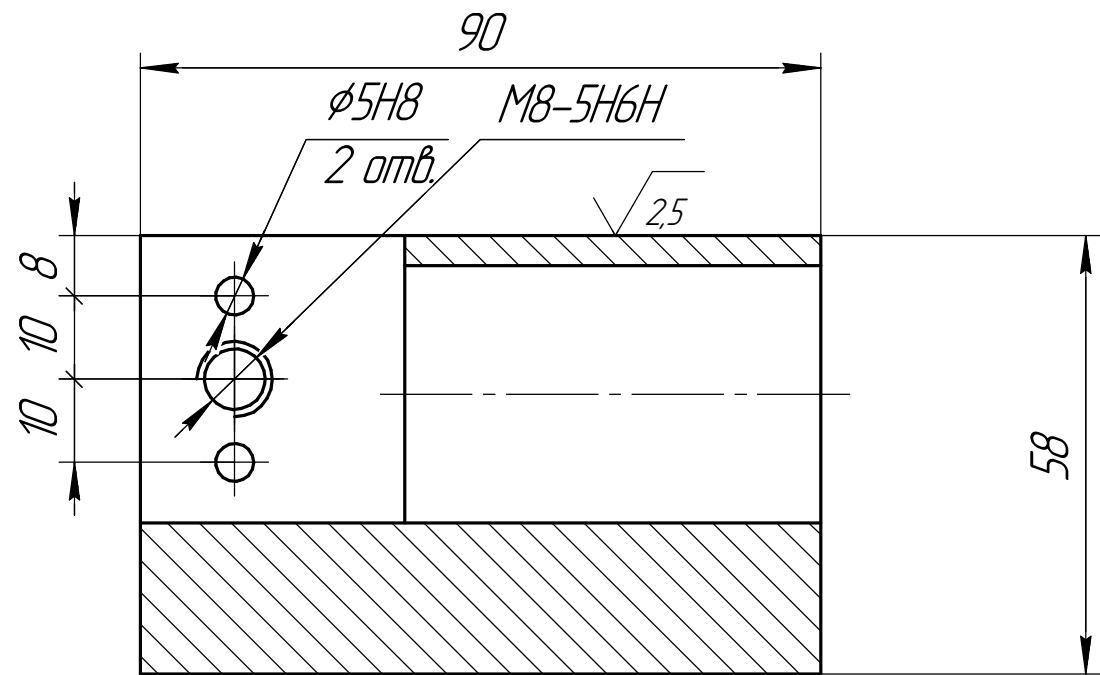
1. Невказані граничні відхилення Н12, ІТ±12/2.

					ДП ПБ5116.1720.003.004			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Плита	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Микаелян М.						0,7	1:1
Пров.	Волошко О.							
Т.контр.						Лист	Листов	1
Н.контр.					Сталь 45 ГОСТ 7809:2015	КП ПБФ		
Утв.								

Перв. примен.	Справ. №	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Инв. № подл.

ДП ПБ5116.1720.002.004

√ Ra 6.3



*Разміри для довідок
1. Невказані граничні відхилення Н12, н12, ІТ±12/2.

ДП ПБ5116.1720.002.004					Корпус		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.	Микаелян М.					0,8	1:1
Пров.	Волошко О.				Лист	Листов	1
Т.контр.					Сталь 45 ДСТУ 7809:2015		
Н.контр.					КПІ ПБФ		
Утв.					Формат А3		

Копировал

Перв. примен.		Справ. №		ДП ПБ5116.1720.003.007		$\sqrt{Ra\ 6,3}$	
				<p>* Розміри для довідок</p> <p>1. HB 21-220</p> <p>2. Невказані граничні відхилення H12, h12, IT±12/2</p>			
Подп. и дата		Инв. № докл.		Взам. инв. №		ДП ПБ5116.1720.003.007	
Подп. и дата		Инв. № подл.		Изм. Лист		<p>Планка</p> <p>Сталь 45 ДСТУ 7809:2015</p>	
Изм. Лист		№ докум.		Подп.		Лит.	
Разраб.		Микаелян М.				Масса	
Пров.		Волошко О.				0,9	
Т.контр.						Масштаб	
						1:1	
Н.контр.						Лист	
Утв.						Листов 1	
						КПІ ПБФ	

Формат А4